

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

“EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE GANANCIA Y/O PÉRDIDA DE NUTRIENTES POR COCCIÓN EN LOS ALIMENTOS PREPARADOS DE LA BASE DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS LOCALES DE LA CIUDAD DE CUENCA”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de

Bioquímico Farmacéutico

Autores:

Jorge Leonardo Carchipulla Garnica

CI: 0105180251

Edisson Armando Torres Loja

CI: 0105924930

Directora:

Dra. Silvia Johana Ortiz Ulloa, PhD.

CI: 0301082897

CUENCA-ECUADOR

2017

RESUMEN

El presente trabajo de titulación es un estudio comparativo de los valores de nutrientes (cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos, calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio, fósforo, zinc) de alimentos cocinados obtenidos por análisis, con los valores de los nutrientes de alimentos cocinados obtenidos por cálculo, con factores de ganancia y/o pérdida (denominados también factores de rendimiento y retención) de nutrientes.

Para la evaluación de los factores de ganancia y/o pérdida se empleó la metodología descrita por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en la que enuncia que los valores de los nutrientes crudos multiplicados por sus respectivos factores de retención resulta en el valor de los nutrientes de los alimentos cocinados sin necesidad de analizarlos químicamente. Por otro lado, se tomaron los datos analíticos generados por el Laboratorio de Alimentos y Nutrición, Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca (base de composición de alimentos locales de la ciudad de Cuenca) y otros datos de la base de alimentos del USDA. En total, los datos correspondieron a 19 alimentos frescos y cocinados en medio de cocción líquido y graso.

Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante pruebas t-test de Student de muestras pareadas de dos colas utilizando un nivel de significancia del 5%. Sin embargo, se observó que ciertos valores fueron estadísticamente diferentes, siendo estos cenizas ($P=0.048$), carbohidratos ($P=0.015$), Calcio ($P=0.047$), Magnesio ($P=0.016$), Sodio ($P=0.0221$) y Zinc ($P=0.040$). Sin embargo, algunos factores calculados a partir de datos analíticos no pueden considerarse representativos por la falta de información a nivel local.

Palabras clave: factor de retención, factor de rendimiento, nutrientes, alimentos crudos, alimentos cocinados.

ABSTRACT

The present research paper is a comparative study of nutrient values (ashes, proteins, lipids, carbohydrates, calcium, iron, potassium, magnesium, sodium, phosphorus, zinc) corresponding to cooked foods which were obtained through analysis with the values of food cooked nutrients which were obtained by means of calculating gain and / or loss factors (also called performance and retention factors) for nutrients.

The methodology used for the evaluation of gain and / or loss factors was the one described by the U. S. Department of Agriculture (USDA) which states that the values of raw nutrients multiplied by their respective retention factors, result in the value of the nutrients of cooked foods without the need of analyzing them chemically. On the other hand, the analytical data were taken from the Food and Nutrition Laboratory, Department of Biosciences of the University of Cuenca (base of local food composition of the city of Cuenca). Other data were taken from the USDA food base. In total, the obtained data belonged to nineteen fresh foods that were cooked by liquid and greasy cooking.

The results were statistically evaluated using Student t-tests of tail samples using a significance level of 5%. However, by means of the paired t-test, several statistically different values were found, being these ashes ($P = 0.048$), carbohydrates ($P = 0.015$), Calcium ($P = 0.047$), Magnesium ($P = 0.016$), Sodium = 0.0221) and Zinc (0.040). However, some factors calculated from analytical data can not be considered representative for the lack of information at the local level.

Key words: retention factor, yield factor, nutrients, USDA, raw foods and cooked foods.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	2
ABSTRACT.....	3
ÍNDICE GENERAL	4
LISTA DE TABLAS	7
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	8
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	9
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	10
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	11
DEDICATORIA	12
DEDICATORIA	13
AGRADECIMIENTOS	14
AGRADECIMIENTOS	15
INTRODUCCIÓN	16
I. MARCO TEÓRICO	18
1.1 Contenido nutricional de alimentos vegetales.....	18
1.1.1. Contenido nutricional en hortalizas.....	18
1.1.2. Contenido nutricional en tubérculos.....	19
1.1.3. Contenido nutricional en frutas	20
1.2. Procesos de preparación de alimentos.....	21
1.2.1 Cocción húmeda	21
1.2.1.1 Tipos de cocción húmeda	21
1.2.1.1.1. Hervido.....	22
1.2.1.1.2. Al vapor.....	22
1.2.1.1.3. Estofado.....	22
1.2.1.2. Cambios de los alimentos en la cocción húmeda	23
1.2.1.3. Ventajas de la cocción húmeda: cocción al vapor	23
1.2.2 Cocción por fritura	23
1.2.2.1 Proceso de fritura de los alimentos	24
1.2.2.2 Pérdida y ganancia de nutrientes durante la cocción por fritura.....	24



1.2.2.2.1. Absorción de grasa por los alimentos durante la fritura	25
1.2.2.2.2. Modificaciones de otros nutrientes en el proceso de fritura	27
1.3 Recetas	28
1.3.1 Generalidades de las recetas	28
1.3.1.1. Nombre de la receta.	29
1.3.1.2. Método de preparación.	29
1.3.1.3. Cantidad de ingredientes.	29
1.3.2 Factores ganancia y/o pérdida de nutrientes (NLG) de ingredientes	30
1.3.2.1. Coeficiente comestible (ED).....	30
1.3.2.2. Factores de ganancia y/o pérdida de nutrientes (NLG)	30
1.3.2.3. Factor de rendimiento (YF por sus siglas en inglés -yield factor-)	30
1.3.2.4. Factor de retención de nutrientes (RF por sus siglas en inglés -retention factor-)	32
1.3.2.5. Nivel de receta	33
1.3.2.6. Nivel de ingrediente:.....	33
1.4 Cálculo de recetas	34
1.4.1. Introducción de cálculo general.....	34
1.4.2 Métodos estandarizados para el cálculo de recetas	35
1.4.2.1. Sistema de la receta completa	35
1.4.2.2. Sistema de los ingredientes	35
1.4.2.3. Sistema mixto	36
1.4.2.4. Métodos de cálculo de recetas	36
1.4.2.4.1. Método INFOODS (Red internacional de sistemas de datos de alimentos).....	37
1.4.2.4.2. Método Británico	38
1.4.2.4.3. Método de Bognár y Piekarski	40
1.4.2.4.4. Método USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).....	41
1.4.2.4.5. Método del Factor de Rendimiento (YF)	42
1.4.2.4.6. Método del Factor de retención (RF)	43
1.4.2.4.7. Método de adición.....	43
1.5 Fuentes de error en los cálculos de recetas	44
II. METODOLOGÍA	46



2.1. Tipo de estudio.....	46
2.2. Datos de alimentos y tamaño de la muestra	46
2.3. Métodos y técnicas de análisis	46
2.3.1 Recopilación de factores de ganancia/pérdida de nutrientes (NLG)	46
2.3.2 Tabulación de datos y cálculo	47
2.3.3 Comparación de los resultados teóricos vs prácticos	49
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Revisión bibliográfica de factores.....	50
3.2. Tabulación de datos.....	51
3.3. Revisión de datos	60
3.4. Comparación de los valores de nutrientes obtenidos por análisis de laboratorio y por cálculo	61
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
4.1. Conclusiones	65
4.2. Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS	70



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de retención de algunas vitaminas por fritura.....	27
Tabla 2. Comparación de los diferentes métodos de cálculos de recetas con respecto al factor de rendimiento y factor de retención	37
Tabla 3. Valores de los factores de rendimiento calculados	53
Tabla 4. Valores de análisis de laboratorio de los nutrientes de los alimentos crudos, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.....	54
Tabla 5. Valores de los factores de retención calculados	55
Tabla 6. Valores de análisis de laboratorio de nutrientes de los alimentos cocinados, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.....	57
Tabla 7. Valores de nutrientes de alimentos cocinados obtenidos por cálculo, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.....	58
Tabla 8. Comparación de resultados: macronutrientes	61
Tabla 9. Comparación de resultados: micronutrientes.....	62

CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Jorge Leonardo Carchipulla Garnica en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE GANANCIA Y/O PÉRDIDA DE NUTRIENTES POR COCCIÓN EN LOS ALIMENTOS PREPARADOS DE LA BASE DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS LOCALES DE LA CIUDAD DE CUENCA”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de Octubre de 2017



Jorge Leonardo Carchipulla Garnica

C.I: 0105180251



CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Edisson Armando Torres Loja en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE GANANCIA Y/O PÉRDIDA DE NUTRIENTES POR COCCIÓN EN LOS ALIMENTOS PREPARADOS DE LA BASE DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS LOCALES DE LA CIUDAD DE CUENCA”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Octubre de 2017



Edisson Armando Torres Loja

C.I: 0105924930

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Jorge Leonardo Carchipulla Garnica, autor del Trabajo de Titulación “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE GANANCIA Y/O PÉRDIDA DE NUTRIENTES POR COCCIÓN EN LOS ALIMENTOS PREPARADOS DE LA BASE DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS LOCALES DE LA CIUDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2017



Jorge Leonardo Carchipulla Garnica

C.I: 0105180251

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Edisson Armando Torres Loja, autor del Trabajo de Titulación “EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE GANANCIA Y/O PÉRDIDA DE NUTRIENTES POR COCCIÓN EN LOS ALIMENTOS PREPARADOS DE LA BASE DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS LOCALES DE LA CIUDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Octubre de 2017


Edisson Armando Torres Loja
C.I: 0105924930



DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dirigido a:

Mis padres Esteban y Ana, que por su apoyo y amor incondicional, me han motivado y dirigido a seguir adelante, ya que ellos son uno de mis pilares principales, uno de los grandes regalos que la vida me ha otorgado, me han enseñado a superar todos los obstáculos, a mis hermanos Ana y Johnny que en ellos veo siempre una motivación de superación.

A mi esposa Andrea, que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas, que siempre ha apoyado mis ideas, por más remotas que sean, me ha ayudado a comprender lo hermoso que es el amor de familia, ya que es y será mi compañera de toda la vida.

En especial a mi hermosa hija Ivet Emilia, que ha sido mi principal inspiración a seguir adelante, a esforzarme y dar lo máximo para poder otorgarle todo lo que ella se merece, ya que es mi princesa, la adoro y amo con todo mi corazón.

Jorge



DEDICATORIA

A mi amada esposa María José, compañera de vida y fortaleza en todo momento. A mi hija Paz, luz de mis ojos, motor de mis acciones, pensamiento de cada día.

Edisson



AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer a Dios, por permitirme cursar los estudios de Educación Superior, por haberme otorgado los regalos más preciados de la vida, mis padres, mi esposa y mi hermosa hija, por darme la salud y a todos mis seres queridos, que siempre me han apoyado y alentado para seguir superándome día a día tanto profesionalmente, así como persona.

El apoyo y los tan preciados conocimientos de nuestra tutora, Dra. Johana Ortiz, que gracias a su infinita paciencia y compromiso, tanto profesionalmente y como persona, nos ha otorgado la oportunidad de cumplir con nuestro trabajo de titulación.

A mi amigo Edison, ya que gracias al trabajo en equipo, es posible la culminación de este trabajo de titulación.

Jorge



AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por quien somos y existimos y que en su amor infinito nos colmó de bendiciones y a la vez me permitió conocer personas tan maravillosas que han sido un pilar fundamental en la consecución de este gran sueño; ya hecho realidad, mis padres Armando y Carmen, quienes me enseñaron a valorar la vida y darle sentido a mi existencia, mis padres políticos Patricio y Alicia, en quienes he encontrado más que solo apoyo si no personas con un amor y afecto ilimitado, a toda mi familia quienes siempre han estado pendientes de mí y que han sido de gran soporte a lo largo de mi vida.

También quiero dar mi más sincero agradecimiento a la Dra. Johana Ortiz, quien nos ha sabido guiar y ayudar a lo largo de este trabajo.

A mi amigo y compañero Jorge, que con su aporte, dedicación y tenacidad ha permitido que veamos cumplida esta gran meta.

Por último y no menos importante, a la Universidad de Cuenca, en las personas de todos los maestros que nos han formado a lo largo de estos años, quienes no sólo nos enseñaron ciencia, sino a ser personas de bien enteramente formadas para toda buena obra.

Edisson

INTRODUCCIÓN

Al preparar algunos alimentos por diferentes tratamientos culinarios, su composición química y estructural cambia, especialmente en aquellos alimentos en los que se pierden nutrientes importantes, repercutiendo en la salud de la población pues disminuiría el aporte del alimento al organismo, al perder nutrientes importantes de los alimentos, la población podría verse afectada por problemas de desnutrición. De igual manera, sufren un proceso de pérdida los minerales y vitaminas que son esenciales para los procesos fisiológicos y metabólicos del organismo (Clausen, & Ovesen, 2001). En otros casos existe un incremento de nutrientes como por ejemplo lípidos en alimentos fritos (Suaterna Hurtado, 2009) que contribuyen con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares y obesidad, entre otros.

Para evaluar y mejorar el estado nutricional de la población es necesario corroborar la ganancia y/o pérdida por cocción de nutrientes que presentan los alimentos previo y posterior a la cocción. El presente trabajo tuvo como finalidad corroborar la concordancia analítica y teórica de los factores de ganancia y/o pérdida de nutrientes en los alimentos por cocción, luego de una revisión bibliográfica de todos los métodos de cálculo existentes a nivel internacional. Esta evaluación permitirá extrapolar los cálculos teóricos a los diversos y diferentes alimentos cocidos, ya que por distintas circunstancias es difícil analizar la ganancia y/o pérdida de nutrientes de manera experimental de todos ellos.

El presente trabajo se realizó en base de los siguientes objetivos e hipótesis:

Objetivo General: Evaluar la ganancia y/o pérdida de nutrientes por cocción en los alimentos preparados de la base de composición de alimentos locales de la ciudad de Cuenca

Objetivos específicos:

1. Procesar los datos existentes de preparación y cocción de alimentos.
2. Determinar todos los factores de ganancia y/o pérdida de macronutrientes y minerales en alimentos luego de cocción de manera teórica.



3. Comparar el resultado teórico con los datos generados por análisis.

Hipótesis

Los datos generados analíticamente y los calculados mediante factores de ganancia y pérdida de nutrientes por cocción en medio acuoso y graso no difieren significativamente con un nivel de confianza del 5%.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Contenido nutricional de alimentos vegetales

Los alimentos de origen vegetal incluyen cereales, legumbres, frutos, tubérculos, raíces y hortalizas, y cada uno de estos grupos presenta una composición característica, que aportan una gran cantidad de energía y nutrientes esenciales para el normal funcionamiento y metabolismo, constituyendo la principal fuente de fibra de la dieta. Además, los alimentos vegetales contienen una amplia variedad de fitoquímicos que aportan múltiples efectos beneficiosos para la salud como por ejemplo, el licopeno presente en el tomate, las xantofilas (especialmente luteína) en vegetales de hoja verde, el resveratrol propio de las uvas rojas, la quercetina de la cebolla, los limonoides en las pieles de los cítricos, la alicina del ajo, entre otros (Hurtado, de Cortés, & Torija, 2008).

1.1.1. Contenido nutricional en hortalizas

Las hortalizas son productos ricos en agua, con un contenido de carbohidratos de 1-6% que incluye azúcares simples fácilmente utilizables por el organismo, de variable composición. Por ejemplo, la remolacha contiene glucosa y fructosa en una concentración inferior al 1% y de sacarosa al 8%; a diferencia del pimiento que no contiene sacarosa pero si glucosa y fructosa en una concentración de 2% (Hurtado et al., 2008).

El contenido de proteína en hortalizas varía en un rango de 1-6%. El valor más alto se da en las hortalizas del género *Brassica* (coles) (3-5%), en las legumbres verdes (alrededor de 5%), en los guisantes (alrededor de 6%). Por otro lado, el contenido de lípidos en las hortalizas no suele superar el 1% (Carbajal, 2013).

En cuanto a la fibra, las hortalizas presentan valores de 0.5-1.5%. Actualmente lo que se determina es la “fibra alimentaria o dietética” que está constituida por fibra insoluble (principalmente celulosa) y soluble (principalmente pectinas) y su proporción varía en función del vegetal (Carbajal, 2013) (Hurtado et al., 2008).

El contenido de las vitaminas B1 y B2 presentes en las hortalizas suele encontrarse por debajo de 0.1 mg/100 g. La vitamina B1 se encuentra en mayor proporción en espárragos, coles, alcachofas o pimientos; y la vitamina B₂ en coles, brócoli, espárragos

y espinacas; el ácido fólico sobresale en el berro, perejil y brócoli. El ácido nicotínico se encuentra en mayor cantidad en coles, espárragos y espinacas (Hurtado et al., 2008).

La vitamina C en las hortalizas es muy variable. Se encuentran en mayor cantidad en las coles, el pimiento o el perejil, superando los 100 mg/100 g; mientras que espinaca, calabaza contienen alrededor de 50 mg de vitamina C y en muchas otras hortalizas los valores son próximos a 20 mg/100 g. Las vitaminas liposolubles son escasas, pero, es preciso tener en cuenta la presencia de carotenoides, sobre todo β -caroteno. Entre las hortalizas ricas en carotenoides destacan, principalmente zanahoria, espinaca y los berros (Hurtado et al., 2008).

En cuanto al contenido mineral, el potasio en las hortalizas suele encontrarse en altas concentraciones superiores a 100 mg/100 g e incluso hasta los 500 mg en diversas hortalizas como coliflor o remolacha roja. El sodio, por el contrario está, generalmente, en muy baja proporción (inferior a 30 mg/100 g), a excepción de algunas hortalizas de hoja verde como la acelga, en las que puede llegar a los 200 mg/100 g. El calcio en las hortalizas varían sus concentraciones, siendo las concentraciones aproximadas en coles de 47 mg/100 g, hojas de nabo de 190 mg/100 g, apio 43 mg/100 g. El contenido de fósforo es aproximadamente de 20 mg/100 g para el pepino, 25 mg/100 g para el pimiento, tomate de 27 mg/100 g, remolacha de 37 mg/100 g, y la zanahoria no es una fuente de fósforo. El contenido de magnesio en hortalizas y verduras es de alrededor de 18 mg/100 g. El hierro presente en las hortalizas se conoce como hierro no hemo, y es el que se absorbe en muy pequeñas cantidades, siendo los valores para espinaca de aproximadamente 4 mg/100 g, acelga 2 mg/100 g, col 4 mg/100 g, perejil de 5-20 mg/100 g, remolacha, brócoli, coliflor alrededor de 2 mg/100 g (Hurtado et al., 2008) (Carbajal, 2013) (Basulto et al., 2014).

1.1.2. Contenido nutricional en tubérculos

Los tubérculos al clasificarse dentro de las hortalizas presentan contenidos nutricionales similares con la diferencia de que los tubérculos son alimentos ricos en carbohidratos siendo el principal representante, el almidón, polisacárido de reserva que se encuentra en una proporción de 43% en materia seca aproximadamente (Espín, Villacrés, & Brito, 2004) (Hurtado et al., 2008).

El contenido de minerales, en tubérculos como las papas, el de más alta concentración es el potasio de aproximadamente 379 mg/100 g, fósforo 44 mg/100 g, hierro 0.31 mg/100 g, calcio 5 mg/100 g, para la oca la concentración de calcio es de 0.012 mg/100 g, fósforo, 0.14 mg/100 g, sodio 0.018 mg/100 g, potasio 1.30 mg/100 g (Espín et al., 2004) (Suárez Hernández, Rodríguez Rodríguez, & Díaz Romero, 2004).

1.1.3. Contenido nutricional en frutas

Al igual que las hortalizas las frutas son alimentos ricos en agua, el contenido de carbohidratos varía de 1 a 8%, aunque existen excepciones, con valores superiores al 10% de azúcares totales disponibles, y dicho valor aumenta con la maduración de la fruta. Los azúcares más frecuentes en estos alimentos son, la glucosa, fructosa y sacarosa (Carbajal, 2013).

La cantidad de proteína de las frutas es baja. Por ejemplo en el aguacate, chirimoya y kiwi el contenido de proteína total es aproximadamente de 1%, en frambuesa y mora de 0,9%, y en cereza y albaricoque de 0,8% (Carbajal, 2013).

El contenido de lípidos no suele superar el 1% ni en frutas ni en hortalizas e incluso es menor en estas últimas, con excepción de aguacate en donde el contenido de grasa supera los 13 g/ 100 g (Carbajal, 2013).

En la frutas se ha documentado valores altos de fibra, por ejemplo en el níspero 10,2%, mora 9% y frambuesa 7,4%; relativamente altos en plátanos e higos 3,4 y 2,5%, respectivamente, frente a valores inferiores o iguales al 2% en la mayoría de frutos (Carbajal, 2013).

En cuanto al contenido de vitaminas, las liposolubles son escasas en las frutas al igual que en las hortalizas. Por otro lado, el contenido de vitamina C es variable, superando los 80 mg/100 g en kiwi, papaya o limón; en cítricos y sandía se superan los 40 mg/100 g, y en otras frutas no es superior a 10 mg/100 g. El ácido nicotínico se encuentra en mayor cantidad en guayaba (alrededor de 1 mg/100 g) y en el plátano (0,8 mg/100 g) (Carbajal, 2013).

De los elementos minerales, el más abundante en las frutas es el potasio particularmente en el plátano (superior a 450 mg/100 g), la granada (400 mg/100 g), el kiwi (300

mg/100 g), o la papaya y las uvas (200 mg/100 g). Por otro lado, el contenido de hierro suele ser inferior a 1 g/100 g. El contenido de hierro de mayor concentración se encuentran en, duraznos (6.5 mg/100 g), higos (4.2 mg/100 g), ciruelas (2.3 mg/100 g), fresas (0.4 mg/100 g) (Hurtado et al., 2008) (Carbajal, 2013) (Basulto et al., 2014).

El contenido de calcio en las frutas es menor que las hortalizas aunque, parte del calcio de las hortalizas se pierden en los diferentes tratamientos culinarios, mientras que las frutas se suelen comer crudas. Entre los ejemplos de frutas que contienen calcio están las naranjas (40 mg/100 g), limón (26 mg/100 g), moras (26 mg/100 g), y plátano (22 mg/100 g) (Hurtado et al., 2008) (Carbajal, 2013) (Basulto et al., 2014).

El contenido de fósforo es de 10 mg/100 g para el limón, 11 mg/100 g para manzana, piña 11 mg/100 g, fresas 22 mg/100 g.

El contenido de magnesio en frutos, se encuentran en mayor cantidad en frutos secos, entre los cuales destacan, almendras (258 mg/100 g), avellanas (236 mg/100 g) y nueces (159 mg/100 g). En cambio los frutos frescos como, banana (37 mg/100 g), kiwi (17 mg/100 g), papaya (21 mg/100 g) el contenido de este nutriente es menor (Hurtado et al., 2008) (Carbajal, 2013) (Basulto et al., 2014).

1.2. Procesos de preparación de alimentos

En la actualidad existe una gran diversidad de tratamientos culinarios para preparar alimentos. Sin embargo los métodos tradicionales que se usan en casi todos los hogares son, la cocción húmeda y freído de los alimentos (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1 Cocción húmeda

La cocción húmeda o cocción en medio acuoso es el método en el que los alimentos son sometidos a una temperatura máxima del agua de 100 °C y a 1 atmósfera de presión (Clausen, & Ovesen, 2001) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1.1 Tipos de cocción húmeda

Hay tres tipos de cocción en medio acuoso: el hervido, al vapor y el estofado.

1.2.1.1.1. Hervido

En este método se utiliza gran cantidad de agua en ebullición alrededor de los 100°C. Al finalizar la cocción se obtiene un alimento con una marcada disminución de su consistencia y dureza, y con cambios en la calidad y cantidad de sus nutrientes, los que, en gran parte, pasan al medio de cocción acuoso. Las pérdidas nutricionales por difusión son importantes. Aproximadamente el 35% de carbohidratos, vitaminas hidrosolubles (B y C, fundamentalmente), y sales minerales pasan al líquido de cocción. Estas pérdidas de nutrientes son menores cuando los alimentos absorben el agua de cocción, que cuando pierden el agua de su constitución. De ahí que los alimentos con bajo contenido de agua, como los cereales y los granos, sean los más recomendados para este tipo de cocción, porque tienen menores pérdidas de nutrientes en relación a los ricos en agua, como las verduras o las carnes (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Hurtado et al., 2008) (Clausen, & Ovesen, 2001) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1.1.2. Al vapor

En el método de cocción al vapor, el contacto del alimento con el agua es mínimo, y por consiguiente el pasaje de nutrientes al medio es mucho menor o exiguo, aunque esto depende más del tiempo y temperatura de cocción.

Esta técnica tiene la ventaja de reducir las pérdidas de los nutrientes por disolución; además, el sabor y el aroma de los alimentos no se disuelven en el agua. Las verduras, legumbres y hortalizas cocidas al vapor mantienen su consistencia y son más agradables al paladar que cuando son hervidas. El vapor está indicado para peces y filetes de pescados y para todos los vegetales, salvo aquellas que poseen hojas verdes, como las espinacas y acelgas, porque pierden color y sabor. Las carnes al vapor quedan especialmente tiernas y son más ligeras porque la grasa se separa de la misma y se queda en el agua sin entrar en contacto con la carne misma (Clausen, & Ovesen, 2001) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1.1.3. Estofado

El estofado es un método de cocción lento en líquidos aromáticos indicado para piezas de carne y aves que le confiere profundidad de sabor a los alimentos y donde las

pérdidas de nutrientes, al igual que en el vapor, se reducen al mínimo. El estofado se realiza a fuego suave en una atmósfera cargada de vapor de agua. Este vapor proviene tanto del alimento como del agua agregada durante la preparación. Es necesario mantener el recipiente de cocción perfectamente cerrado para que el vapor no se escape. El lapso de cocción de los estofados varía entre 30 y 90 minutos según el tipo de carne. Cocer un alimento en su propio jugo produce una concentración de minerales que se conservan en su totalidad, si se consume el jugo de cocción (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1.2. Cambios de los alimentos en la cocción húmeda

En el proceso de cocción por inmersión en medio acuoso se favorece la hidratación y gelificación del almidón en alimentos vegetales ricos en carbohidratos, y la desnaturalización de enzimas de pardeamiento. Por otro lado, también la cocción húmeda favorece la solubilización parcial de los minerales y deterioro de algunos tipos de vitaminas lo que es dependiente del tamaño del alimento y del tiempo de cocción al cual es sometido (Suaterna Hurtado, 2009).

En este método de cocción, el alimento es inmerso en agua durante la preparación lo que facilita la migración de nutrientes hidrosolubles hacia el medio de cocción y que en la mayoría de los casos este se elimina (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.1.3. Ventajas de la cocción húmeda: cocción al vapor

La cocción al vapor se lleva a cabo por el contacto directo del alimento con el vapor de agua que es menos denso y, por lo tanto, sus moléculas mantienen un contacto menos frecuentemente con el alimento. Este método presenta algunas ventajas en la conservación de las propiedades de los alimentos, entre las que se destacan una menor pérdida de nutrientes hidrosolubles, estabilidad de gran parte del color, sabor y olor, reducción del riesgo de cocción excesiva y adicionalmente se logra que algunos alimentos resulten más ligeros y fáciles de digerir (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.2 Cocción por fritura

La fritura se define como la cocción de los alimentos en aceite o grasa a temperaturas elevadas (160-180°C), donde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un

calentamiento rápido y uniforme del producto. Además el aceite imparte buen sabor, excelente sensación de palatabilidad, color dorado o tostado y crocancia al alimento. Los tiempos de cocción por freído son menores que los tiempos de cocción en agua y al vapor, y dependen del tipo de alimento, la temperatura del aceite, el sistema de fritura y del grosor del alimento. La fritura constituye un proceso de deshidratación, con tres características distintivas: corto tiempo de cocción debido a la rápida transferencia de calor que se logra con el aceite caliente; temperatura en el interior del alimento menor a 100°C; y absorción de la grasa del medio de cocción por el alimento (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.2.1 Proceso de fritura de los alimentos

La fritura es un proceso extremadamente complejo que involucra factores dependientes del proceso, del alimento y del tipo de grasa o aceite utilizado. Existen dos formas para realizar la fritura: 1) superficial o en poca grasa y 2) profunda o en abundante grasa.

La fritura superficial se realiza en un recipiente más o menos plano, tipo sartén, precalentado donde parte del alimento queda fuera del aceite o grasa. La cantidad de aceite utilizado es mínima, pero suficiente para evitar que se adhiera el producto. El recipiente utilizado no debe taparse para evitar que la parte no sumergida se cocine por efecto del vapor interno generado al calentarse (Suaterna Hurtado, 2009).

En la fritura profunda se sumerge totalmente el alimento en aceite caliente. Normalmente se realiza en una freidora o en recipientes profundos con una capacidad alta para contener el aceite en una relación producto/aceite entre 1:6 y 1:10, es decir que por cada gramo de alimento que se prepare debe adicionarse de 6 a 10 ml de aceite para mantener la relación. Este tipo de fritura es uniforme en toda la superficie y en la mayoría de los casos el alimento se sumerge previamente en un apanado o batido para formar una capa protectora entre el alimento y la grasa (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.2.2 Pérdida y ganancia de nutrientes durante la cocción por fritura

Durante la cocción por fritura se produce cambios moleculares de los macronutrientes y micronutrientes del alimento. Esto se debe a que hay migración del aceite (fluido de contacto) hacia el alimento e incremento notable de su contenido en el producto final y

por consiguiente su aporte calórico. Por otro lado, las proteínas al ser sometidas a temperaturas tan altas se desnaturalizan y el agua que se encuentra presente en un gran porcentaje en los alimentos es desplazada por el fluido de contacto (aceite) lo que le da la textura crocante (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.2.2.2.1. Absorción de grasa por los alimentos durante la fritura

La magnitud de los cambios durante el proceso de fritura de un alimento depende de las condiciones del proceso de fritura (tiempo, temperatura, cocción en superficie o cocción en inmersión), el tipo, calidad, cantidad de grasa utilizada y de las características de los alimentos a freír (Suaterna Hurtado, 2009).

- ***Condiciones del proceso de fritura.*** Entre las condiciones del proceso de fritura con mayor importancia sobre la absorción de grasa y el perfil final de ácidos grasos de los alimentos se encuentran la temperatura, calidad y cantidad del aceite o grasa. Sin embargo, existe controversia en que si estas variaciones son también dependientes de las diferencias metodológicas y de los diferentes alimentos sometidos a fritura (Suaterna Hurtado, 2009).

Algunos estudios como cita (Suaterna Hurtado, 2009) indican que a menor temperatura de fritura mayor contenido de grasa, mientras que otros estudios reportan un fenómeno contrario pero en alimentos diferentes. Se ha reportado además que a mayor tiempo de cocción, mayor es la ganancia de grasa en estos alimentos, esto de igual manera, puede deberse a la temperatura de fritura.

Otras investigaciones han indicado que la ganancia del contenido de grasa total es mayor durante el periodo de enfriamiento del alimento que durante el periodo de fritura. Durante el enfriamiento, los poros del alimento están más abiertos y la grasa superficial penetra más fácilmente que durante la inmersión. Solo del 15 al 20% del aceite se absorbe en la inmersión, mientras que el 65% del contenido total del aceite se absorbe durante el enfriamiento post-fritura y el resto es mantenido en la superficie o en los poros de la estructura crujiente.

Con relación a la calidad del aceite o grasa de fritura, diversos estudios sugieren que la composición de la grasa de los alimentos fritos tiende a ser similar a la grasa de la fritura sin importar el tipo de alimento, por lo tanto, si un alimento es frito en un aceite o en una grasa con alto contenido de ácidos grasos saturados o

compuestos tóxicos, el alimento frito tenderá a tener un alto contenido de estos compuestos así naturalmente no los contenga (Suaterna Hurtado, 2009) (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Bognár, & Piekarski, 2000).

- **Efecto de la composición inicial del alimento en la absorción de grasa.** No todos los alimentos absorben la misma cantidad de aceite o grasa durante la fritura. Esto depende de varios factores como el contenido de agua del alimento, tamaño o superficie de contacto, cobertura que presente el alimento y pre-tratamientos como secado, blanqueado, y pre-fritura. La principal teoría que sustenta las diferencias en la absorción de grasa de un alimento se relaciona al reemplazo del agua del alimento que se evapora durante el proceso por el aceite o grasa de cocción.

Los alimentos de origen vegetal que inicialmente contienen mayor cantidad de agua y bajo contenido de grasa, absorben más grasa de fritura que los alimentos de origen animal. En cambio, los alimentos de origen animal no ganan mucha grasa durante la fritura, independientemente del tipo y cantidad de grasa o aceite utilizado. La explicación que se da para sustentar la poca ganancia de grasa de los alimentos de origen animal durante la fritura es que el espacio intracelular del tejido animal está lleno de fluidos que no permiten retener grasa, mientras que el espacio intracelular de los tejidos vegetales es lleno de aire, lo que le da gran capacidad para retener la grasa absorbida. Sin embargo, existen diferencias en la ganancia de grasa entre los mismos alimentos de origen animal (Suaterna Hurtado, 2009) (Moncada, & Gualdrón, 2006).

- **Superficie de contacto y cobertura del alimento.** La gran mayoría de grasa absorbida por un alimento durante la fritura se localiza en la superficie en contacto con el aceite o grasa, por lo tanto, el tamaño y la forma son importantes al considerar la cantidad de grasa absorbida. Por ejemplo, cuando el tamaño de papas a la francesa disminuye, aumenta significativamente el contenido de grasa en forma lineal, al igual que entre más corrugada sea la superficie, mayor ganancia de grasa (Suaterna Hurtado, 2009) (Moncada, & Gualdrón, 2006) (Clausen, & Ovesen, 2001).

1.2.2.2.2. *Modificaciones de otros nutrientes en el proceso de fritura*

- **Macronutrientes.** Aunque son muy pocas las investigaciones que relacionan la fritura de los alimentos con otros nutrientes diferentes a los lípidos. No se ha reportado ningún efecto negativo en la digestibilidad de las proteínas en alimentos cuando se someten a fritura sin ningún otro ingrediente adicional aunque se produce la desnaturalización de las mismas en las capas superficiales con pérdida de aminoácidos esenciales como lisina o triptófano. Por otro lado, se ha reportado que en los carbohidratos existe una tendencia a la conversión de los almidones a resistentes, lo que implica una disminución de la digestibilidad, pero un aumento en el contenido de fibra (Suaterna Hurtado, 2009).
- **Vitaminas y minerales:** Las investigaciones reportan una alta estabilidad de las vitaminas hidrosolubles por fritura, cuando se compara con métodos de cocción como ebullición. Una de las teorías es que esta estabilidad se debe a que en la fritura, la temperatura interna de los alimentos nunca excede los 100°C, los tiempos de fritura son muy cortos, y la costra dura que se crea con el apanado retiene los líquidos de los alimentos. Sin embargo, la tiamina sigue siendo la vitamina que más pérdidas presenta. De igual manera, para vitamina C, se ha observado una alta inestabilidad dependiente del tipo de aceite utilizado para la fritura (Suaterna Hurtado, 2009). En la tabla 1 se presentan algunos ejemplos de porcentajes de retención por fritura de algunas vitaminas hidrosolubles (Suaterna Hurtado, 2009).

Tabla 1: Porcentaje de retención de algunas vitaminas por fritura

Vitamina	Alimentos	% Retención
Ácido ascórbico	Varios vegetales	55-77
Tiamina	Carne de pollo	28,2-45,8
Riboflavina	Carne de pollo	46-79
Folato	Vegetales de hoja	43-70
Folato	Otros vegetales	100
Folato	Hígado de res	50
B ₁₂	Carne de res	100

Fuente: (Suaterna Hurtado, 2009).

Las investigaciones sobre la retención de las vitaminas liposolubles se han enfocado principalmente en el comportamiento de la vitamina E y los carotenoides. Algunos estudios concluyen que estas vitaminas no disminuyen significativamente en el alimento frito (retención de 90%), independientemente del tiempo de fritura y el tipo de aceite; en cambio otros estudios reportan pérdidas significativas e incluso un aumento de ellas por absorción del aceite (Suaterna Hurtado, 2009) (Moncada, & Gualdrón, 2006).

El efecto de la fritura de los alimentos sobre los minerales ha sido muy poco estudiado durante la cocción. En un estudio se examinó el efecto de la fritura del alimento en abundante grasa sobre el contenido de Hierro, Cobre, Zinc, Magnesio y Calcio, reportando que el Calcio y el Cobre son los minerales que más se retienen por fritura (97%), seguidos del Hierro y Magnesio (87%) y por último el Zinc (75%) (Suaterna Hurtado, 2009).

1.3 Recetas

1.3.1 Generalidades de las recetas

Una receta se define como una lista de ingredientes y directrices para preparar un determinado plato. La preparación y cocción de alimentos puede conducir a cambios esenciales de peso final del plato preparado, lo cual influye en la determinación del contenido de nutrientes y contenido energético (Clausen & Ovesen, 2001) (Bognár & Piekarski, 2000).

El análisis químico de los alimentos preparados implica altos costos en término de tiempo y dinero, y de manera práctica, resulta imposible analizar cada plato preparado. Sin embargo, los valores nutritivos de un alimento se pueden obtener también mediante cálculos, lo que constituye una alternativa rentable y aceptable, si es aplicada correctamente, (Bognár & Piekarski, 2000) (FAO/INFOODS, 2012) (Moncada, & Gualdrón, 2006). Este procedimiento implica el análisis de determinados componentes y procedimientos, que al ser bien definidos, es posible combinarlos con los datos observados permitiendo la mejor posible imputación de valores para los componentes no analizados. Por ejemplo, resulta imprescindible determinar el rendimiento en peso

después de la preparación del plato, dato que no suele incluirse convencionalmente en las recetas (Clausen & Ovesen, 2001) (Bognár & Piekarski, 2000).

Para una correcta documentación de la receta, se debe incluir la información descrita a continuación.

1.3.1.1. Nombre de la receta.

Un plato puede tener un nombre específico ampliamente conocido y que se lo puede reconocer fácilmente. Además se requiere la lista detallada de ingredientes para identificar el plato con mayor precisión (Unwin, 2000).

1.3.1.2. Método de preparación.

Una receta de libro de cocina generalmente incluye una descripción textual del método culinario, incluyendo la preparación, la adición de ingredientes, la cocción, tiempo y temperatura. Sin embargo, para el cálculo del contenido nutricional y energético es necesaria una representación más sistemática del método de preparación, registrando principalmente cambios de humedad y grasa. Esta sistematización permitirá recuperar los datos apropiados de los factores de ganancia y/o pérdida de nutrientes (NLG) para su uso posterior en cálculos de recetas (Unwin, 2000).

Es importante señalar que para los alimentos que contienen residuos después de la preparación (ejemplo: pollo, huevo cocido) son necesario dos factores de rendimiento en peso, uno para la comida incluida los residuos y uno sin residuos (parte comestible o coeficiente comestible), considerando que los residuos procedentes de la preparación (limpieza, lavado, etc.) no se incluyen en los cálculos de recetas (Bognár & Piekarski, 2000).

1.3.1.3. Cantidad de ingredientes.

Para el cálculo e información de recetas, las cantidades de ingredientes deben ser expresadas en gramos. Sin embargo, puede haber también una necesidad de registrar los detalles de la fuente de la receta que pudieran implicar cantidades expresadas en unidades de volumen, como medidas domésticas (por ejemplo, una taza o una cucharadita), o como (“1 cebolla grande”, “2 huevos”), pero los valores de su

composición se expresan por unidad de peso. En el cálculo de la receta también debe incluirse la densidad como factor de conversión. El valor de densidad de un ingrediente debe almacenarse en la base de datos junto con sus valores de composición (Unwin, 2000).

1.3.2 Factores ganancia y/o pérdida de nutrientes (NLG) de ingredientes

Conceptos generales y cálculo de cada factor

Para el cálculo de recetas se requieren definir los términos presentados a continuación.

1.3.2.1. Coeficiente comestible (ED)

Porcentaje de pérdida de peso cuando se elimina la parte no comestible del alimento (por ejemplo, huesos) (Reinivuo & Laitinen, 2007).

1.3.2.2. Factores de ganancia y/o pérdida de nutrientes (NLG)

NLG corresponde a la denominación general que engloba los factores de rendimiento y retención. Sin embargo, es recomendable utilizar los términos rendimiento y factores de retención de nutrientes en lugar de factores de ganancia y/o pérdida (NLG) para su correcta aplicación (Reinivuo & Laitinen, 2007).

1.3.2.3. Factor de rendimiento (YF por sus siglas en inglés -yield factor-)

El factor de rendimiento es el término utilizado para indicar el cambio de peso del alimento o plato después de la preparación, procesamiento u otro tratamiento en relación con el peso absoluto del alimento antes de la preparación.

El cambio de peso es el resultado de a) pérdidas o ganancias de humedad (agua) y b) ganancias sólidas (grasas) (Bell et al., 2006). Para el cálculo de estos cambios, los valores del contenido de grasa son analizados y los pesos registrados en el plato preparado y en los ingredientes totales.

Existen varios algoritmos para el cálculo del factor de rendimiento, siendo el más destacado de Bognár & Piekarski, 2000. A pesar de que la mayoría de los cálculos se realizan en base al coeficiente comestible, algunas bases de datos de composición de alimentos (FCDB) pueden publicar datos de ciertos platos incluyendo residuos (por

ejemplo huesos). Por lo tanto se utilizan las siguientes ecuaciones (Vásquez, Bell & Hartmann, 2008).

- a) Factor de rendimiento, incluido residuos (Vásquez, et al. 2008).

$$YFcr = \frac{WPPIR}{CTILC}$$

Dónde:

YFcr= Factor de rendimiento incluido residuos.

WPPIR= Peso del plato preparado incluidos desechos expresados en gramos (peso del plato cocido)

CTILC= Cantidad total de ingrediente listo para cocinar expresados en gramos (peso del plato crudo antes de la cocción)

- b) Factor de rendimiento, parte comestible (Vásquez, et al. 2008).

$$YFed = \frac{EDPP}{CTILPC}$$

Dónde:

YFed= Factor de rendimiento parte de comestible

EDPP= Parte comestible del plato preparado expresado en gramos (peso del plato cocido)

CTILPC= Cantidad total de ingredientes listo para cocinar (peso del plato crudo antes de la cocción).

Cabe notar que el medio de cocción (agua o grasa) no es incluido en los cálculos. El agua o grasa son considerados como ingredientes solamente si forman parte de la receta

(ejemplo, agua añadida para preparar una masa para pan o aceite añadido a un aderezo para ensalada) (Vásquez, et al. 2008).

1.3.2.4. Factor de retención de nutrientes (RF por sus siglas en inglés -retention factor-)

El factor de retención corresponde al porcentaje de conservación de nutrientes, especialmente vitaminas y minerales, en un alimento o un plato después del almacenamiento, la preparación, la elaboración, el mantenimiento caliente o el recalentamiento de los alimentos que puede causar degradación o lixiviación de los componentes. Normalmente se trata sólo como una pérdida del componente en sí y no como una contribución a la pérdida de peso del plato. El método de cocción, el tiempo de cocción, la presencia de agua y el tipo de alimento afectan principalmente a la cantidad de vitaminas y minerales retenidos en el producto final. Al aplicar los factores de retención a un ingrediente de receta, el contenido de vitaminas y minerales se ajustará para crear el perfil de nutrientes del producto final (Markoe, 2009).

Generalmente, el contenido de nutrientes está estrechamente relacionado con los cambios en la grasa y el agua, por consiguiente, los factores de rendimiento en peso se incluyen en la determinación experimental de los factores de retención de nutrientes (Vásquez, et al. 2008). El factor de retención de la porción comestible se calcula con la fórmula descrita a continuación.

$$RF/100\ g = \frac{CN/100g\ ED}{CN/100g\ ILCed} \times YFed$$

Dónde:

RF/100g= Factor de retención de nutrientes por 100 g de alimento

CN/100g ED= Contenido de nutrientes por 100g de plato, parte comestible
(contenido de nutrientes del alimento cocinado)

CN/100g ILCed= Contenido de nutriente por 100g de ingredientes listo para cocinar, parte comestible (contenido de nutrientes del alimento crudo)

YFed= factor de rendimiento, parte comestible

El contenido de un nutriente puede ser expresado en g, mg, o μg , dependiendo del nutriente. Los factores de retención pueden ser expresados como valores entre 0 y 1 o como porcentaje de retención (0 a 100%). La mayoría de los FCDB europeos utilizan factores de retención sólo para vitaminas, minerales y oligoelementos (Bognár & Piekarski, 2000) (Vásquez-Caicedo, Bell, & Hartmann) (Bell et al., 2006).

Los factores de retención se aplican generalmente para los alimentos que pertenecen a un mismo grupo o subgrupo, preparados en condiciones similares y en platos similares (Bognár & Piekarski, 2000). Por lo tanto, cuando se tratan de recetas se debe considerar que 1) los **factores de rendimiento** de peso deben aplicarse a **nivel de la receta** y 2) los **factores de retención** de nutrientes deben aplicarse a **nivel de ingrediente**.

1.3.2.5. Nivel de receta

Una receta es una lista de ingredientes, incluyendo las cantidades, y directrices que se necesitan para preparar un plato a nivel casero, en restaurante o por procesos industriales. El término “nivel de receta” se utiliza cuando el factor de rendimiento se aplica al peso total de un plato o el factor de retención se aplica al contenido total de nutrientes de un plato (Vásquez, et al. 2008).

1.3.2.6. Nivel de ingrediente:

Un ingrediente es un alimento incluido en una receta. El término “nivel de ingrediente” se utiliza cuando el factor de rendimiento se aplica por separado al peso de cada ingrediente o cuando el factor de retención se aplica por separado al contenido de nutrientes de cada ingrediente (Vásquez, et al. 2008).

1.4 Cálculo de recetas

1.4.1. Introducción de cálculo general

El método de cálculo de la receta implica una serie de pasos esquematizados en la Figura 1.

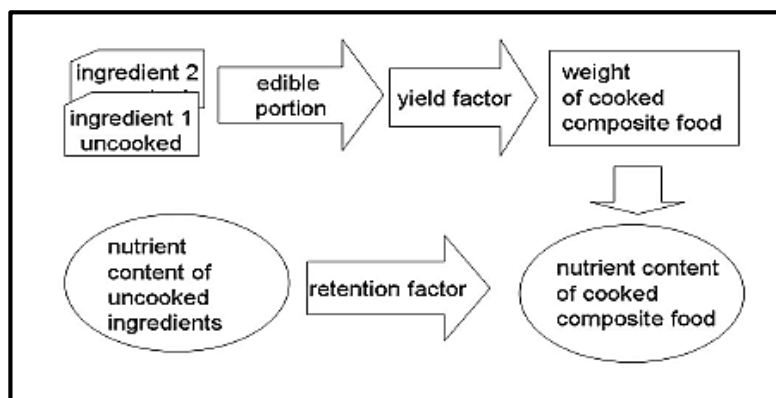


Figura 1. Descripción general del cálculo de recetas

Para el cálculo de nutrientes en una receta se debe:

1. Determinar el peso de los ingredientes crudos, porción comestible
2. Sumar los pesos de ingredientes crudos
3. Corregir los pesos para los efectos de la cocción aplicando un factor de rendimiento al peso total sin cocinar:

$$\text{Peso total cocido} = (\text{peso total sin cocer g}) \times (\text{factor de rendimiento})$$

4. Cálculo de los valores de nutrientes

$$CN/100gWC = CNIC \frac{WIC}{PTCO}$$

Dónde:

CN/100g WC= Contenido de nutrientes / 100 g de peso cocido

CNIC= Contenido de nutrientes del ingrediente crudo

WIC= Peso del ingrediente crudo expresado en gramos

PTCO = Peso total cocido

5. Corrección de los valores de nutrientes para los efectos de la cocción mediante la aplicación de factores de retención a nivel de ingrediente

$$CN'/100gWC = CN/100gWC \times RF$$

Dónde:

CN'/100g WC= Contenido de nutrientes / 100 g de peso cocido corregido

CN/100g WC= Contenido de nutrientes / 100 g de peso cocido

RF= Factor de retención

1.4.2 Métodos estandarizados para el cálculo de recetas

Existen tres sistemas para el cálculo de recetas: el sistema de la receta completa, el sistema de los ingredientes y el sistema mixto. Cualquiera de estos sistemas pueden utilizarse, aunque el método mixto y de receta dan resultados más similares (Charrondiere & Burlingame, 2011).

1.4.2.1. Sistema de la receta completa

En este sistema se suman los pesos de cada ingrediente crudo tal como están en la receta, y además permite estimar la medida del cambio de grasa y de agua. En este sistema se aplican factores de retención en la receta basándose en el grupo de alimentos del ingrediente principal (Charrondiere & Burlingame, 2011).

1.4.2.2. Sistema de los ingredientes

Este sistema implica la suma del peso de cada ingrediente en la receta tal como se consume (porción comestible, se aplican factores de rendimiento y retención a los ingredientes). Los valores de los nutrientes de la receta son calculados basándose en el peso de la proporción relativa de cada ingrediente. Además en este método se debe

comprobar que se aplican factores de rendimiento a los fluidos (Charrondiere & Burlingame, 2011).

1.4.2.3. Sistema mixto

Este método implica la suma del peso de cada ingrediente tal como está en la receta. También permite la medida del cambio de grasa y de agua. Se aplica el factor de rendimiento a la receta basándose en el grupo de alimentos del ingrediente principal y los factores de retención de los ingredientes. Es el método de cálculo de recetas más utilizado (Charrondiere & Burlingame, 2011).

Tabla 2. Resumen de los sistemas de cálculo de recetas

Sistema de los ingredientes	Ingrediente 1: $VN \times 1/YF \times RF$ Ingrediente 2: $VN \times 1/YF \times RF$ Ingrediente 3: $VN \times 1/YF \times RF$ <hr/> Receta: suma de lo anterior
Sistema de la receta	Ingrediente 1: VN Ingrediente 2: VN Ingrediente 3: VN <hr/> Receta: suma de lo anterior $\times 1/YF \times RF$
Sistema mixto	Ingrediente 1: $VN \times RF$ Ingrediente 2: $VN \times RF$ Ingrediente 3: $VN \times RF$ <hr/> Receta: suma de lo anterior $\times 1/YF$

Fuente: (Charrondiere, 2014)

1.4.2.4. Métodos de cálculo de recetas

Los diferentes sistemas de cálculo de recetas dan lugar a diversos métodos de cálculo de recetas (Tabla 2), los cuales pueden resumirse de acuerdo al nivel al que se aplican los factores de rendimiento y retención.

Tabla 3. Comparación de los diferentes métodos de cálculos de recetas con respecto al factor de rendimiento y factor de retención

Sistema de cálculo de recetas	Método de cálculo de recetas	Factor de rendimiento (YF)	Factor de retención (RF)
Mixto	Método INFOODS	Nivel de receta	Nivel de ingrediente
	Método Británico	Nivel de receta	Nivel de ingrediente
Receta	Método de Bognár y Piekarski	Nivel receta	Nivel receta
	Método de adición	No aplicable	No aplicable
	Método USDA	No aplicable	Nivel ingrediente
Ingredientes	Método del Factor de rendimiento	Nivel ingrediente	No aplicable
	Método del Factor de retención	No aplicable	Nivel de ingrediente

Fuente: Adaptado de (Reinivuo., H, Laitinen., K, 2005)

1.4.2.4.1. Método INFOODS (Red internacional de sistemas de datos de alimentos)

El método de INFOODS fue descrito por primera vez por Rand et al. 1991. Los cálculos en este método se realizan considerando los factores de retención a nivel de ingrediente y los factores de rendimiento a nivel de receta debidos a los cambios de humedad y de grasa (por efecto de la cocción). El procedimiento de cálculo de recetas según INFOODS consiste de los siguientes pasos:

1. Registrar el peso y los datos de contenido de nutrientes para cada ingrediente de la receta seleccionada.
2. Corregir la cantidad de los ingredientes según el peso comestible, si aplica.
3. Ajustar los valores de los nutrientes de los ingredientes por el efecto de la cocción.
4. Aplicar los factores de retención a nivel de nutrientes en los ingredientes crudos.
5. Sumar los pesos de los ingredientes para obtener el peso total de la receta cruda.

6. Sumar los valores de nutrientes de los ingredientes para obtener el valor del nutriente en la receta.

7. Determinar el peso total de la receta después de cocinar mediante la aplicación de factores de rendimiento.

Ajustar niveles de nutrientes para reflejar los cambios de humedad y de grasa.

8. Determinar la cantidad de alimento preparado a partir de la receta.

9. Determinar los valores finales en peso (ej. por 100 g), volumen (ej. por taza), o porciones (Reinivuo & Laitinen, 2007).

1.4.2.4.2. Método Británico

En el método Británico los factores de retención se aplican a nivel de ingredientes excluyendo a ingredientes menores como hierbas y especias. Los factores de rendimiento para el cambio de agua se aplica a nivel de receta y el cambio en el contenido de grasa no puede ser calculado directamente en este método. Por lo tanto, en estos casos el contenido de grasa y agua después del tratamiento culinario deberá ser analizado (Reinivuo & Laitinen, 2007).

El contenido de nutrientes de un plato preparado es calculado en base a los pesos de los ingredientes crudos de la receta, el cual se realiza mediante el siguiente procedimiento:

1. Corregir los pesos de los ingredientes debidos a diferentes pérdidas que se producen en el tratamiento culinario por ejemplo, desperdicios que quedan en los utensilios.

2. Pesar el plato crudo

3. Cocinar el plato

4. Pesar el plato cocido

Si el cambio de peso depende solamente del agua, la composición del plato cocido es calculada mediante las siguientes fórmulas (Reinivuo & Laitinen, 2007):

$$CNPC/100g = \frac{CTNIC}{WPC} \times 100$$

Dónde:

CNPC/100g= Contenido de nutrientes del plato cocido por 100 g de alimento

CTNIC= Contenido total de nutrientes de los ingredientes crudos

WPC= Peso del plato cocido

$$CHPC/100g = \frac{AIC - PWC}{WPC} \times 100$$

Dónde:

CHPC/100g= Contenido en agua del plato cocido por 100 g de alimento

AIC= Agua en ingredientes crudos

PWC= Pérdida de peso después de la cocción

WPC= Peso del plato cocido

Para recetas que aumentan el peso al cocinar:

$$WPC/100g = \frac{WIC \times (100 + \% AWPS)}{100}$$

Dónde:

WPC/100g= Peso del plato cocido por 100 g de alimento

WIC= Peso de los ingredientes crudos

AWPS= Aumento de peso del plato similar, en caso que se compara con un plato similar, que ha sido preparado mediante el mismo tratamiento culinario, e ingredientes similares.

1.4.2.4.3. Método de Bognár y Piekarski

Según Bognár & Piekarski (2000), la información acerca de la parte comestible, los factores de retención y rendimiento son requeridos para el cálculo de recetas. En este método, los factores de rendimiento y retención son aplicados a nivel de receta (Reinivuo & Laitinen, 2007). El factor de retención de nutrientes de un plato que está compuesto por un ingrediente principal e ingredientes secundarios es el mismo tanto para el ingrediente principal como para los secundarios (Reinivuo & Laitinen, 2007).

Por lo tanto, se utiliza el siguiente algoritmo para el cálculo de recetas por este método (Charrondiere & Burlingame, 2011).

1. Sumar el peso de cada ingrediente crudo, porción comestible
2. Cocinar los ingredientes de la receta
3. Calcular los valores de los nutrientes

$$CN/100gWC = \frac{NIC \times WIC}{WTACO}$$

Dónde:

CN/100g WC= Contenido de nutrientes / 100 g de peso cocido

NIC= Nutrientes del ingrediente crudo expresado en g, mg, o µg dependiendo del nutriente

WIC= Peso del ingrediente crudo expresado en gramos

WTACO= Peso total del alimento cocido expresado en gramos

4. Suma de los nutrientes de cada ingrediente del plato preparado

Ingredientes 1: Nutriente X_1

Ingrediente 2: Nutriente X_2

Ingrediente 3: Nutriente X_3

$$\text{Receta} = X_1 + X_2 + X_3$$

5. Aplicación de factores de retención y rendimiento para a la receta completa

Ingredientes 1: Nutriente X_1

Ingrediente 2: Nutriente X_2

Ingrediente 3: Nutriente X_3

$$\text{Receta} = (X_1 + X_2 + X_3) \times (1/YF) \times RF$$

1.4.2.4.4. Método USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

Las tablas de retención de nutrientes de USDA se consideran como la mejor fuente de datos de retención de nutrientes internacionales hasta el momento. La tabla contiene factores de retención para 16 vitaminas, 8 minerales y alcohol, para aproximadamente 290 alimentos que han sido preparados mediante diferentes métodos de cocción (USDA, 2007).

Los cálculos para los factores de retención de la USDA se basan en la estimación del método de retención verdadera (% TR). Este método, como se muestra a continuación, requiere datos sobre el peso de los alimentos antes y después de la cocción, así como el contenido de los nutrientes de alimentos crudos y cocidos (USDA, 2007).

Dónde:

$$\%TR = \frac{Nc \times Gc}{Nr \times Gr} \times 100$$

%TR = Factor de retención verdadera

Nc = Contenido de nutrientes por g de alimentos cocinados

Gc = Gramos del alimento cocinado

Nr = Contenido de nutrientes por g de alimento crudo

Gr = Gramos del alimento crudo

Al aplicar los factores de retención a los ingredientes de una receta, la estimación del valor nutritivo deberá ser lo más exacto posible para evitar errores en la aplicación de los factores de retención a los ingredientes crudos. Por ejemplo, una receta requiere espinacas hervidas, pero el valor del ácido ascórbico para la espinaca hervida es desconocida, sin embargo, el contenido de ácido ascórbico para la espinaca es de 28 mg/100 g. El factor de retención de nutrientes para verduras hervidas es del 85%, por lo

tanto el valor de ácido ascórbico para 100 g de espinaca hervida se puede estimar multiplicando el valor de ácido ascórbico de la espinaca cruda por el factor de retención de nutrientes siguiendo la siguiente fórmula (USDA, 2007).

$$CNAC = CNACr \times RF$$

Dónde:

CNAC= Contenido de nutriente del alimento cocinado

CNACr= Contenido de nutriente del alimento crudo

RF= Factor de retención

Ejemplo:

(28 mg de ácido ascórbico/100 g de espinaca cruda) x 0,85= 23,8 mg/100 g

1.4.2.4.5. Método del Factor de Rendimiento (YF)

Generalmente, los alimentos crudos experimentan cambios de peso después de la preparación, procesamiento o cualquier otro tratamiento. Estos cambios dependen de varias condiciones como el tipo de ingredientes, el método de cocción, temperatura, tiempo y equipo. En este método, los factores de rendimiento son aplicados a nivel de ingrediente, y los factores de retención no son tomados en cuenta.

Para el cálculo se procede de la siguiente manera (Reinivuo & Laitinen, 2007):

1. Convertir los pesos iniciales de los ingredientes al peso cocido multiplicando secuencialmente las cantidades de ingrediente por los factores de rendimiento de preparación y cocción.
2. Multiplicar el peso cocido de cada ingrediente por un factor de rendimiento consumible para determinar el peso de la porción comestible.
3. Convertir los pesos de los ingredientes por 100 g de alimentos.
4. Calcular el valor de cada nutriente por ingrediente, multiplicando el peso del ingrediente por la cantidad del nutriente por 100 g de ingrediente.

5. Sumar la cantidad de nutrientes calculados para cada ingrediente para determinar el valor de los nutrientes totales de la receta.

1.4.2.4.6. Método del Factor de retención (RF)

La cantidad de nutrientes retenidos en los alimentos después de la preparación, el procesamiento o cualquier otro tratamiento dependen de varias condiciones, como la temperatura, el tiempo, la presión, entre otros. Además, el contenido de nutrientes está estrechamente relacionado con los cambios en la grasa y el agua, por consiguiente, los factores de rendimiento en peso se incluyen en la determinación experimental de los factores de retención de nutrientes (Bognár & Piekarski, 2000) (USDA, 2007).

La ecuación general para calcular la retención de nutrientes es la siguiente:

$$RF/100\text{ g} = \frac{CN/100\text{g ED}}{CN/100\text{g ILCed}} \times YFed$$

Dónde:

RF/100g= Factor de retención de nutrientes por 100 g de alimento

CN/100g ED= Contenido de nutrientes por 100g de plato, parte comestible

CN/100g ILCed= Contenido de nutriente por 100g de ingredientes listo para cocinar, parte comestible

YFed= factor de rendimiento, parte comestible

Los factores de retención se aplican generalmente para los alimentos que pertenecen a un mismo grupo o subgrupo, preparados en condiciones similares y en platos similares. En el método del factor de retención se aplican factores de retención a nivel de ingrediente, pero los factores de rendimiento, para el agua y la grasa se aplican al nivel de la receta (Bognár & Piekarski, 2000).

1.4.2.4.7. Método de adición

Los factores de rendimiento y retención no son tomados en cuenta y además en este método el contenido de nutrientes y peso de los ingredientes corresponden a valores de alimentos cocidos (Reinivuo & Laitinen, 2007).

En este método se aplica la siguiente secuencia de pasos:

1. Expresar la cantidad de cada ingrediente en gramos.
2. Sumar los pesos de cada ingrediente para determinar el peso total de la receta.
3. Dividir el peso del ingrediente por 100 para determinar el peso por cada 100 gramos de cada ingrediente.
4. Multiplicar los valores calculados en el paso 3 para cada ingrediente por el contenido de nutrientes por 100 g, para determinar los valores de nutrientes por ingrediente.
5. Sumar el contenido de nutrientes de los ingredientes para determinar el contenido total de nutrientes de la receta.

1.5 Fuentes de error en los cálculos de recetas

El cálculo de recetas presenta varias limitaciones particularmente relacionado con:

- Errores operacionales en el peso de los ingredientes.
- Olvido de aplicar el coeficiente comestible.
- Utilización de factores de rendimiento y de retención inapropiados.
- Aplicación de los valores de los nutrientes por 100 g y olvido de ajustarlos al peso real.
- Falta de valores de nutrientes en los ingredientes (es mayor el efecto cuanto mayor es el contenido y/o la cantidad en la receta).
- Introducción de valores cero en las recetas (cuando faltan valores de los ingredientes).



II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de estudio

Estudio cuantitativo, analítico, descriptivo de tipo transversal

2.2. Datos de alimentos y tamaño de la muestra

En este trabajo no se realizó un muestreo como tal sino que se utilizaron los datos de macronutrientes y minerales generados por el Laboratorio de Alimentos y Nutrición, Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca (base de composición de alimentos locales de la ciudad de Cuenca). Además, se tomaron algunos datos de la base de alimentos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para proceder al respectivo análisis de evaluación de los factores de retención. Los datos correspondieron a 19 alimentos frescos y cocinados en medio de cocción líquido y graso.

2.3. Métodos y técnicas de análisis

2.3.1 Recopilación de factores de ganancia/pérdida de nutrientes (NLG)

Se realizó una búsqueda bibliográfica de los diferentes métodos usados para el cálculo de factores teóricos de ganancia/perdida de nutrientes (NLG), siendo estos factores una denominación general que engloba los factores de rendimiento y retención.

Para todos los alimentos, el factor de rendimiento se calculó con la fórmula de (Vásquez, et al. 2008) (ver ítem 1.3.2.3.):

$$Y_{Fed} = \frac{EDPP}{CTILPC}$$

Dónde:

YFed= Factor de rendimiento parte de comestible

EDPP= Parte comestible del plato preparado expresado en gramos (peso del plato cocido)

CTILPC= Cantidad total de ingredientes listo para cocinar (peso del plato crudo, parte comestible).

Este cálculo se basó en la porción comestible aplicable a todos los alimentos en los que se eliminaron residuos como hojas, cáscara, tallos, inclusive para la papa en la que se analizó con cáscara tomándola ésta como parte comestible del plato preparado.

Para todos los alimentos, el factor de retención se calculó con la fórmula de (Vásquez, et al. 2008) (ver ítem 1.3.2.4.):

$$RF/100\ g = \frac{CN/100g\ ED}{CN/100g\ ILCed} x YFed$$

Dónde:

RF/100g= Factor de retención de nutrientes por 100 g de alimento

CN/100g ED= Contenido de nutrientes por 100g de plato, parte comestible (nutrientes del alimento cocido)

CN/100g ILCed= Contenido de nutriente por 100g de ingredientes listo para cocinar, parte comestible (nutrientes del alimento crudo)

YFed= factor de rendimiento, parte comestible

Cabe recalcar que el factor de retención no se calculó para todos los alimentos sino solamente para aquellos que no estaban disponibles en la literatura.

2.3.2 Tabulación de datos y cálculo

Antes de la tabulación de los datos se consideró a cada alimento como una receta de un solo ingrediente, excepto en el puré de papa que consta de varios ingredientes como papa, leche y mantequilla. Los datos de alimentos (ver ítem 2.2) se tabularon apropiadamente en el programa Microsoft Excel, lo que permitió calcular los factores de rendimiento de los alimentos en los que no existía un valor en la literatura. Además, se tabularon los valores de nutrientes de alimentos crudos y cocinados para comparar los nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por cálculo vs el valor de los nutrientes de los alimentos cocinados (detallados posteriormente).

Los datos de nutrientes tabulados correspondieron a valores de humedad, ceniza, proteínas, lípidos, carbohidratos, calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio, fósforo y zinc. Con estos datos se evaluaron los factores de retención de 19 alimentos de la base de composición de alimentos local de la ciudad de Cuenca.

La tabulación consistió de 4 registros, descritos a continuación.

Registro 1: Consta de los datos de las fichas de los 19 alimentos seleccionados: 11 hortalizas (achojcha spinola, ahojcha lisa, ajo, brócoli, col, coliflor, espinaca, nabo, pimiento verde, suquini, tomate de riñón), 1 leguminosa (vainita), 4 tubérculos (papa con cáscara y sin cáscara, remolacha, zanahoria del norte, zanahoria del sur) y 3 frutas (tomate de árbol, mora y plátano maduro). La información previamente recolectada incluyó: los tipo de cocción, peso total del alimento, peso de la porción no comestible, peso del alimento sin la porción no comestible, peso del alimento después de la cocción, el medio de cocción (agua o grasa), cantidad de ingredientes agregados a ciertos alimentos (por ejemplo sal, leche y mantequilla adicionado al puré de papas) (Anexo 1).

Con estos datos se calculó el factor de rendimiento que fue utilizado posteriormente para el cálculo del factor de retención de los alimentos no disponibles en la literatura.

Registro 2: Consta de los datos de los alimentos crudos que incluye valores de humedad, cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos, calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio, fósforo y zinc obtenidos por análisis de laboratorio de: ahojcha lisa, ahojcha spinola, ajo, mora, pimiento verde, tomate de árbol, zanahoria del norte y zanahoria del sur. Para los demás alimentos (brócoli, col, coliflor, espinaca, nabo, papa, plátano maduro, remolacha, suquini, tomate de riñón, vainita) se tabularon los datos de la FCDB de la USDA (Anexo 2 y Anexo 3). Con estos datos se calcularon los “valores de los nutrientes de los alimentos cocinados obtenido por cálculo” (posteriormente se detalla el cálculo de estos valores).

Registro 3: Consta de los datos de nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por análisis de laboratorio para: ahojcha lisa, ahojcha con patas, ajo, mora, pimiento verde, tomate de árbol, zanahoria del norte y zanahoria del sur. Para los demás alimentos (brócoli, col, coliflor, espinaca, nabo, papa, plátano maduro, remolacha, suquini, tomate de riñón, vainita) se tabularon los datos de FCDB de la USDA. Con los

valores de esta tabla se compararon los datos de los “valores de los nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por cálculo”

Registro 4: Consta de los valores de los nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por cálculo. Estos valores se obtuvieron aplicando el método de cálculo de la USDA (USDA, 2007):

$$\text{CNAC} = \text{CNACr} * \text{RF}$$

Dónde:

CNAC= Contenido de nutriente del alimento cocinado

CNACr= Contenido de nutriente del alimento crudo

RF= Factor de retención

En cuanto a los factores de retención (RF) cabe recalcar que estos se calcularon solamente para aquellos que no estaban disponibles en la literatura como son, achojcha con patas, achojcha lisa, ajo, mora, pimienta verde, zanahoria del norte y zanahoria del sur mediante la aplicación de las fórmulas de los ítems 1.3.2.3. y 1.3.2.4., para los demás alimentos se obtuvieron los valores de la literatura.

2.3.3 Comparación de los resultados teóricos vs prácticos

En este estudio se realizó un análisis estadístico orientado a comparar los resultados obtenidos con los factores hallados en la literatura (teórico) con aquellos provenientes del cálculo entre alimentos crudos y cocidos (práctico). Esto se realizó con la finalidad de analizar qué tan aplicables son los factores de retención para obtener los valores de los nutrientes de los alimentos cocinados sin necesidad de analizarlos como tal. La prueba estadística utilizada para este análisis fue pruebas t-test de Student de dos colas con un nivel de significancia del 5%, realizado en el programa estadístico STATA 10.0.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Revisión bibliográfica de factores

Para la ejecución de este trabajo se revisó la mayor cantidad posible de fuentes bibliográficas sobre el cálculo de recetas, los factores de rendimiento y retención. Al final, se revisaron alrededor de 80 referencias, y la mayoría de artículos científicos presentaban referencias cruzadas que remitían a los mismos documentos originales en el que se encontró la información específica y más ampliada. Los títulos de estos documentos (traducidos al español) y su respectivo autor se especifican a continuación:

- **Bognár A. y Piekarski J.:** “Directrices para la información de recetas y cálculo de la composición de nutrientes de platos preparados” (Bognár & Piekarski, 2000)
- **Bognár A.:** “Tablas de factores de rendimiento y factores de retención para el cálculo de la composición de nutrientes de platos preparados” (Bognár, 2002)
- **Bell S.:** “Reporte de factores de ganancia y pérdida de nutrientes usados en la base de datos de composición de alimentos Europea” (Bell et al, 2007).
- **Bergstrom L.:** “Pérdida y ganancia de nutrientes en alimentos” (Bergstrom, 2000).
- **Reinivuo H y Laitinen K.:** “Propuesta para la armonización de procedimientos de cálculo de recetas” (Reinivuo & Laitinen, 2007).
- **Cheng A.:** “Estimación de la composición de nutrientes usando un método de cálculo de recetas” (Cheng, 2009).
- **Murphy E.:** “Comparación de métodos para el cálculo de factores de retención de nutrientes en alimentos cocinados” (Murphy, 2001).
- **Uwin I.:** “Directrices para el manejo de la información de recetas” (Uwin, 2000).
- **Kumar S.:** “Retención de nutrientes en alimentos después de la cocción comparada con otros métodos de cocción doméstica, Análisis proximal de carbohidratos y fibra dietaria” (Kumar, 2006).

- **Charrondiere U.:** “Informe de las herramientas de compilación de FAO/INFOODS: sistema simple para administrar los datos de composición de alimentos” (Charrondiere & Bulingame, 2011).
- **USDA:** “Tablas de Factores de retención de nutrientes” (USDA, 2007)

3.2. Tabulación de datos

Se tabuló la información sobre los tipos de cocción, peso total del alimento, peso de la porción no comestible, peso del alimento sin la porción no comestible, peso del alimento después de la cocción, el medio de cocción (agua o grasa), cantidad de ingredientes agregados. Esta información había sido registrada durante la recolección y pre-tratamiento de las muestras de alimentos para el análisis, correspondiente a las fichas de los 19 alimentos seleccionados: 11 hortalizas, 1 leguminosa, 4 tubérculos y 3 frutas. Se incluye un ejemplo de estas fichas en el Anexo 1. Con estos datos se calculó el factor de rendimiento que fue utilizado para el cálculo del factor de retención de los alimentos no disponibles en la literatura (**Tabla 3**).

Los valores de los nutrientes de los alimentos crudos que incluye valores de humedad, cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos, calcio, hierro, potasio, magnesio, sodio, fósforo y zinc obtenidos por análisis de laboratorio de: achojcha lisa, achojcha spinola, ajo, mora, pimienta verde, tomate de árbol, zanahoria del norte y zanahoria del sur; y para los demás alimentos (brócoli, col, coliflor, espinaca, nabo, papa, plátano maduro, remolacha, suquini, tomate de riñón, vainita) se tomaron prestados los datos de la USDA (**Tabla 4**).

Con los datos de los alimentos crudos se calcularon los factores de retención para cada nutriente con los que luego se determinaron los valores de los nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos “por cálculo”. Para algunos alimentos se adoptaron los valores de factores de retención de la literatura (**Tabla 5**).

Los valores de los nutrientes de los alimentos cocinados se detallan en la **Tabla 6**. Aquí constan los datos de nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por análisis de laboratorio y para otros alimentos se tomaron prestados los datos de la USDA. Con los valores de esta tabla se compararon los datos de los “valores de los nutrientes de los alimentos cocinados obtenidos por cálculo” necesarios para evaluar la aplicación de los



factores de retención a los alimentos crudos y así obtener los valores de los alimentos cocinados sin necesidad de analizarlos.

Finalmente, se obtuvieron los valores de nutrientes de los alimentos cocinados “por cálculo” mediante la aplicación del método de la USDA (**Tabla 7**) para ser comparados con los valores obtenidos por análisis de laboratorio.



Tabla 4. Valores de los factores de rendimiento calculados

Nombre alimento	Tipo cocción	WLPC	W no comestible (g)	W Antes de cocción (g)	W Después de cocción (g)	Medio de cocción	$Y_{Fed} = \frac{EDPP}{CTILPC}$
Achojcha spinola	cocinada	190,6	31,7	158,9	151,2	agua	0,952
Achojcha lisa	cocinada	440,8	86,5	354,3	299,5	agua	0,845
Ajo	cocinado	121,4	1,3	120,1	111,3	agua	0,927
Brócoli	cocinada	268,9	60,1	208,8	235,3	agua	1,127
Col	cocinada	680,8	202,2	478,6	530,1	agua	1,108
Coliflor	cocinada	632	123,1	508,9	546	agua	1,073
Espinaca	cocinada	381,2	119,7	261,5	273,5	agua	1,046
Mora	cocinada	303,8	8,5	295,3	305,8	agua	1,036
Nabo	cocinado	281,1	204,2	76,9	111,1	agua	1,445
Papa con piel	cocinado	787,18	0	787,18	781	agua	0,992
	Asada	709,37	0	709,37	569,3	aceite	0,803
Papa sin piel	Cocinada	1413,8	253,1	1160,7	1148,6	agua	0,990
	Frita	1123,53	234,3	889,23	379,6	aceite	0,427
	Puré	1081,85	165	916,85	877,1	agua	0,957
Pimiento verde	Cocinado	363,8	49	314,8	324,3	agua	1,030
Plátano maduro	Cocinado	1049,7	210	839,7	734,4	agua	0,875
	Frito	802,5	175,7	626,8	576,2	aceite	0,919
Remolacha	Cocinada	970,7	232,7	738	716,8	agua	0,971
Suquini	Cocinada	1145,8	266,8	879	705	agua	0,802
Tomate de árbol	Cocinada	1638,8	354,1	1284,7	860,7	agua	0,670
Tomate de riñón	Cocinada	513,3	170,8	342,5	564,9	agua	1,649
Vainita	Cocinada	368,7	30,3	338,4	296,9	agua	0,877
Zanahoria del Norte	Cocinada	1118,1	310,7	807,4	755,7	agua	0,936



Zanahoria del Sur	Cocinada	431,1	120,4	310,7	288,8	agua	0,930
-------------------	----------	-------	-------	-------	-------	------	-------

WLPC= peso total del alimento; **W no comestible**= peso de la porción de no comestible; **W antes de la cocción**= peso del alimento previo a la cocción del mismo, **W después de la cocción**= peso del alimento posterior a la cocción, **YFed**= Factor de rendimiento, parte comestible **EDPP**= Parte comestible del plato preparado (peso del plato cocinado), **CTILPC**= cantidad total de ingredientes listo para cocinar (peso del plato crudo antes de la cocción), **papa con cáscara cocinada** se agregó 7.08 g de sal, **papa con cáscara asada** se agregó 8.7 g de sal, **papa sin piel** cocinada se agregó 17 g de sal, **papa sin piel frita** se agregó 6.43 g, **papa sin piel puré** se agregó 6.65 g de sal, 154.3 g de leche y 7.6 g de mantequilla.

Tabla 5. Valores de análisis de laboratorio de los nutrientes de los alimentos crudos, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.

Nombre del alimento	Humedad	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Zn	Referencia
Achojcha spinola	95,78	1,19	1,32	0,21	1,50	20,00	1,20	-	-	-	35,00	-	Lab. FNH
Achojcha lisa	93,99	0,80	1,05	0,16	4,00	16,70	0,60	-	-	-	26,00	-	Lab. FNH
Ajo	58,48	1,60	6,36	0,50	33,06	181,00	1,70	401,00	25,00	17,00	153,00	1,16	Lab. FNH
Brócoli	89,30	0,87	2,82	0,37	6,64	47,00	0,73	316,00	21,00	33,00	66,00	0,41	USDA
Col	92,18	0,64	1,28	0,10	5,80	40,00	0,47	170,00	12,00	18,00	26,00	0,18	USDA
Coliflor	92,07	0,76	1,92	0,28	4,97	22,00	0,42	299,00	15,00	30,00	44,00	0,27	USDA
Espinaca	91,40	1,72	2,86	0,39	3,63	99,00	2,71	558,00	79,00	79,00	49,00	0,53	USDA
Mora	87,65	0,58	1,92	1,05	8,80	4,62	0,56	208,49	20,10	3,64	17,00	0,14	Lab. FNH
Nabo	91,87	0,70	0,90	0,10	6,43	30,00	0,30	191,00	11,00	67,00	27,00	0,27	USDA
Papa con piel	83,29	1,60	2,57	0,10	12,44	30,00	3,24	413,00	23,00	10,00	38,00	0,35	USDA
Papa sin piel	79,08	1,04	2,02	0,14	17,72	12,00	0,78	421,00	23,00	6,00	57,00	0,29	USDA
Pimiento verde	93,89	0,44	0,86	0,17	4,64	10,00	0,34	175,00	10,00	3,00	20,00	0,13	USDA
Plátano	62,68	2,57	1,85	1,05	31,85	3,00	0,60	499,00	37,00	4,00	34,00	0,14	Lab. FNH



maduro													
Remolacha	87,58	1,08	1,61	0,17	9,56	16,00	0,80	325,00	23,00	78,00	40,00	0,35	USDA
Suquini	94,79	0,57	1,21	0,32	3,11	16,00	0,37	261,00	18,00	8,00	38,00	0,32	USDA
Tomate de árbol	83,84	2,19	2,77	0,90	10,30	0,85	0,10	261,04	9,02	3,80	24,08	0,04	Lab. FNH
Tomate de riñón	94,78	0,69	1,16	0,19	3,18	5,00	0,47	212,00	8,00	42,00	29,00	0,14	USDA
Vainita	90,32	0,66	1,83	0,22	6,97	37,00	1,03	211,00	25,00	6,00	38,00	0,24	USDA
Zanahoria del Norte	89,63	0,71	1,35	0,10	8,21	33,00	0,30	320,00	12,00	69,00	35,00	0,24	Lab. FNH
Zanahoria del Sur	89,45	1,11	1,31	0,09	8,04	35,00	0,42	335,00	15,00	73,00	39,00	0,30	Lab. FNH

Lab. FNH = Datos del laboratorio de Alimentos y Nutrición.

Tabla 6. Valores de los factores de retención calculados

Alimento	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Zn	Referencia
Achojcha spinola	0,38	0,84	0,95	0,75	0,69	0,14	-	-	-	0,29	-	Calculado
Achojcha lisa	0,76	0,48	0,53	0,40	0,66	0,25	-	-	-	0,54	-	Calculado
Ajo	0,70	0,14	0,25	0,63	0,09	0,37	0,72	0,69	0,55	0,51	0,33	Calculado
Brócoli	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002
Col	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002
Coliflor	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002
Espinaca	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Mora	0,89	1,01	0,98	0,98	0,69	0,61	0,43	0,82	0,34	1,17	1,11	Calculado, 2002
Nabo	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,45	0,60	0,55	0,90	0,75	Bognár, 2002
Papa con piel co.	0,85	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,60	0,95	0,20	0,95	0,95	Bognár, 2002
Papa con piel as.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Bognár, 2002
Papa sin piel co.	0,70	0,95	0,90	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	0,80	0,95	0,90	Bognár, 2002
Papa sin piel frita	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Bognár, 2002
Papa sin piel puré	0,70	0,95	0,90	0,90	0,95	0,90	0,80	0,90	0,80	0,95	0,90	Bognár, 2002
Pimiento verde	0,73	1,10	1,21	1,49	0,93	1,39	0,87	1,03	0,69	0,93	0,95	Calculado
Plátano maduro	0,60	0,90	1,00	0,80	0,95	0,90	0,60	0,80	0,60	0,80	1,00	Bell, 2006
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Bell, 2006
Remolacha	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,45	0,60	0,55	0,90	0,75	Bognár, 2002
Suquini	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002
Tomate de árbol	0,21	0,53	0,10	0,54	0,38	0,13	0,09	0,17	0,12	0,12	0,17	Calculado
Tomate de riñón	0,65	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	USDA, 2007
Vainita	0,65	0,90	0,90	0,90	0,95	0,75	0,50	0,60	0,75	0,90	0,75	Bognár, 2002
Zanahoria del norte	0,49	0,53	0,94	0,67	0,57	0,56	0,48	0,48	0,71	0,40	0,35	Calculado
Zanahoria del sur	0,51	0,82	0,41	0,74	0,44	0,31	0,18	0,38	0,32	0,46	0,34	Calculado

Papa con piel co= papa con piel cocinada; **papa con piel as.=** papa con piel asada; **papa sin piel co=** papa sin piel cocinada.



Tabla 7. Valores de análisis de laboratorio de nutrientes de los alimentos cocinados, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.

Alimento	Tipo de cocción	Humedad	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Zn	Referencia
Achojcha spinola	Cocinado	96,97	0,48	1,16	0,21	1,18	14,40	0,18	-	-	-	10,6	-	Lab. FNH
Achojcha lisa	Cocinado	96,68	0,72	0,60	0,10	1,90	13,00	0,18	-	-	-	16,6	-	Lab. FNH
Ajo	Cocinado	69,32	1,50	1,18	0,17	27,83	21,41	0,84	390,48	23,30	12,5	105,5	0,522	Lab. FNH
Brócoli	Cocinado	89,25	0,78	2,38	0,41	7,18	40,00	0,67	293,00	21,00	41,00	67,0	0,45	USDA, 2007
Col	Cocinado	92,57	0,59	1,27	0,06	5,51	48,00	0,17	196,00	15,00	8,00	33,0	0,20	USDA, 2007
Coliflor	Cocinado	93,00	0,6	1,84	0,45	4,11	16,00	0,32	142,00	9,00	15,00	32,0	0,17	USDA, 2007
Espinaca	Cocinado	91,21	1,81	2,97	0,26	3,75	136,00	3,57	466,00	87,00	70,00	56,0	0,76	USDA, 2007
Mora	Cocinado	88,33	0,50	1,88	0,99	8,30	3,07	0,33	94,75	16,00	1,20	19,2	0,15	Lab. FNH
Nabo	Cocinado	93,60	0,55	0,71	0,08	5,06	33,00	0,18	177,00	9,00	16,00	26,0	0,12	USDA, 2007
Papa con piel	Cocinado	77,80	2,04	2,86	0,10	17,20	45,00	6,07	407,00	30,00	250,0	54,0	0,44	USDA, 2007
	Asada	68,08	1,74	2,22	1,81	26,15	15,00	0,50	450,00	-	298,0	-	-	USDA, 2007
Papa sin piel	Cocinado	79,94	1,08	1,37	0,14	17,47	27,00	0,72	230,00	18,00	263,0	32,0	0,20	USDA, 2007
	Frita	38,55	1,85	3,43	14,73	41,44	18,00	0,81	579,00	35,00	210,0	125,0	0,50	USDA, 2007
	Puré	75,25	1,65	1,96	4,20	16,94	21,00	0,26	326,00	19,00	333,0	48,0	0,30	USDA, 2007
Pimiento verde	Cocinado	91,87	0,31	0,92	0,20	6,70	9,00	0,46	166,00	10,00	2,00	18,0	0,12	USDA, 2007
Plátano maduro	Cocinado	68,25	1,17	1,30	0,37	28,91	1,54	0,18	26,09	14,57	20,7	5,99	0,07	Lab. FNH
	Frito	52,05	1,28	1,43	10,22	35,02	3,00	0,66	547,00	40,00	4,00	37,0	0,15	Lab. FNH
Remolacha	Cocinado	87,06	1,12	1,68	0,18	9,96	16,00	0,79	305,00	23,00	77,0	38,0	0,35	USDA, 2007
Suquini	Cocinado	95,22	0,59	1,14	0,36	2,69	18,00	0,37	264,00	19,00	3,00	37,0	0,33	USDA, 2007
Tomate de árbol	Cocinado	88,67	0,70	2,20	0,14	8,29	0,48	0,02	52,07	2,32	0,70	4,3	0,01	Lab. FNH



Tomate de riñón	Cocinado	94,34	0,59	0,95	0,11	4,01	11,00	0,68	218,00	9,00	11,00	28,0	0,14	USDA, 2007
Vainita	Cocinado	89,22	0,73	1,89	0,28	7,88	44,00	0,65	146,00	18,00	1,00	29,0	0,25	USDA, 2007
Zanahoria del norte	Cocinado	92,86	0,37	0,77	0,10	5,90	20,25	0,18	96,35	6,14	52,7	15,0	0,09	Lab. FNH
Zanahoria del sur	Cocinado	91,76	0,61	1,15	0,04	6,44	16,47	0,14	127,96	6,07	24,80	19,20	0,11	Lab. FNH

Lab. FNH = Datos del laboratorio de Alimentos y Nutrición.

Tabla 8. Valores de nutrientes de alimentos cocinados obtenidos por cálculo, macronutrientes expresados en g/100 g porción comestible y minerales en mg/100 g porción comestible.

Alimento	Tipo de cocción	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Zn
Achojcha spinola	Cocinado	0,45	1,11	0,20	1,13	13,80	0,17	-	-	-	10,15	-
Achojcha lisa	Cocinado	0,61	0,50	0,08	1,60	11,02	0,15	-	-	-	14,04	-
Ajo	Cocinado	1,12	0,89	0,13	20,83	16,29	0,63	371,30	17,25	9,35	78,03	0,38
Brócoli	Cocinado	0,57	2,54	0,33	5,98	44,65	0,55	158,00	12,60	24,75	59,40	0,31
Col	Cocinado	0,42	1,15	0,09	5,22	38,00	0,35	85,00	7,20	13,50	23,40	0,14
Coliflor	Cocinado	0,49	1,73	0,25	4,47	20,90	0,32	149,50	9,00	22,50	39,60	0,20
Espinaca	Cocinado	1,12	2,57	0,35	3,27	94,05	2,03	279,00	47,40	59,25	44,10	0,40
Mora	Cocinado	0,52	1,94	1,03	8,62	3,19	0,34	89,65	16,48	1,24	17,00	0,14
Nabo	Cocinado	0,46	0,81	0,09	5,79	28,50	0,23	85,95	6,60	36,85	24,30	0,20
Papa con piel	Cocinado	1,36	2,57	0,10	12,44	28,50	3,08	247,80	21,85	2,00	36,10	0,33
	Asada	1,60	2,57	0,10	12,44	30,00	3,24	413,00	23,00	10,00	38,00	0,35
Papa sin piel	Cocinado	0,73	1,92	0,13	15,95	11,40	0,70	336,80	9,00	4,80	54,15	0,26
	Frita	1,04	2,02	0,14	17,72	12,00	0,78	421,00	10,00	6,00	57,00	0,29
	Puré	0,73	1,92	0,13	15,95	11,40	0,70	336,80	9,00	4,80	54,15	0,26
Pimiento verde	Cocinado	0,32	0,86	0,17	4,64	9,30	0,47	152,25	10,00	2,07	18,60	0,12
Plátano maduro	Cocinado	1,54	1,67	1,05	25,48	2,85	0,54	299,40	29,60	2,40	27,20	0,14
	Frito	2,57	1,85	1,05	31,85	3,00	0,60	499,00	37,00	4,00	34,00	0,14



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Remolacha	Cocinado	0,70	1,45	0,15	8,60	15,20	0,60	146,25	13,80	42,90	36,00	0,26
Suquini	Cocinado	0,37	1,09	0,29	2,80	15,20	0,28	130,50	10,80	6,00	34,20	0,24
Tomate de árbol	Cocinado	0,46	1,47	0,10	5,56	0,32	0,01	33,98	1,53	0,46	2,89	0,07
Tomate de riñón	Cocinado	0,45	1,04	0,17	2,86	5,00	0,47	212,00	8,00	42,00	29,00	0,14
Vainita	Cocinado	0,43	1,65	0,20	6,27	35,15	0,77	105,50	15,00	4,50	34,20	0,18
Zanahoria del norte	Cocinado	0,35	0,72	0,09	5,50	18,81	0,17	153,60	5,76	48,99	14,00	0,08
Zanahoria del sur	Cocinado	0,57	1,07	0,04	5,95	15,40	0,13	60,30	5,70	23,36	17,94	0,10



3.3. Revisión de datos

El análisis proximal y minerales llevado a cabo por el Laboratorio de Alimentos y Nutrición, Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca se realizó en 3 paquetes. El primero representó un primer análisis general de macronutrientes, cenizas y minerales sólo de alimentos cocinados y que son consumidos con mayor frecuencia por la población de Cuenca. Los otros 2 paquetes se realizaron para observar la variabilidad del contenido de minerales que presenta entre las estaciones seca y lluviosa. Así, en el segundo paquete se realizó el análisis de los mismos alimentos tanto crudos como cocidos para macronutrientes, en cambio para los minerales sólo se realizó de los alimentos crudos y las muestras se obtuvieron durante la estación lluviosa. En el tercer paquete de análisis se realizó el mismo análisis de los alimentos tanto crudos como cocidos para macronutrientes y para minerales solo se analizó de los alimentos cocidos tomándose las muestras durante la estación seca.

Considerando que para la realización de este trabajo se requerían los valores de los nutrientes crudos y cocinados del análisis de laboratorio para obtener los factores de rendimiento propios de cada alimento según la metodología y fórmulas descritas en la literatura. Una vez obtenido los factores de rendimiento se aplicaría el método de la USDA para obtener los valores de los nutrientes de los alimentos por cálculo. Posteriormente, se compararían estos valores con los obtenidos mediante análisis para evaluar la efectividad de la aplicación de los factores de retención. La metodología mencionada anteriormente no se llevó a cabo para todos los alimentos ya que se detectaron inconsistencias en los valores de análisis proximal, específicamente de carbohidratos que se determinan por cálculo por diferencia, y proteínas que podría derivarse del uso generalizado del factor de conversión de N a proteínas. Además, los análisis de las 2 estaciones, seca y lluviosa, no podía ser complementaria debido a la conocida variabilidad estacional. Finalmente, mediante la metodología planteada se logró realizar el análisis de 8 alimentos (achojcha spinola, ajojcha lisa, ajo, mora, pimienta verde, tomate de árbol, zanahoria del norte y zanahoria del sur). Para los demás alimentos se utilizó una metodología semejante, salvo que los valores de nutrientes crudos y cocinados se completaron con los datos de la USDA (Anexo 2 y Anexo3).



3.4. Comparación de los valores de nutrientes obtenidos por análisis de laboratorio y por cálculo

Tabla 9. Comparación de resultados: macronutrientes

Alimento	Tipo de cocción	Cenizas (a)	Cenizas (b)	Proteínas (a)	Proteínas (b)	Lípidos (a)	Lípidos (b)	Carbohidratos (a)	Carbohidratos (b)	Referencia
Achojcha spinola	Cocinado	0,45	0,48	1,11	1,16	0,20	0,21	1,13	1,18	Lab. FNH
Achojcha lisa	Cocinado	0,61	0,72	0,50	0,6	0,08	0,1	1,60	1,90	Lab. FNH
Ajo	Cocinado	1,12	1,50	0,89	1,18	0,13	0,17	20,83	27,83	Lab. FNH
Brócoli	Cocinado	0,57	0,78	2,54	2,38	0,33	0,41	5,98	7,18	USDA
Col	Cocinado	0,42	0,59	1,15	1,27	0,09	0,06	5,22	5,51	USDA
Coliflor	Cocinado	0,49	0,60	1,73	1,84	0,25	0,45	4,47	4,11	USDA
Espinaca	Cocinado	1,12	1,81	2,57	2,97	0,35	0,26	3,27	3,75	USDA
Mora	Cocinado	0,52	0,50	1,94	1,88	1,03	0,99	8,62	8,30	Lab. FNH
Nabo	Cocinado	0,46	0,55	0,81	0,71	0,09	0,08	5,79	5,06	USDA
Papa con piel	Cocinado	1,36	2,04	2,57	2,86	0,10	0,10	12,44	17,20	USDA
	Asada	1,60	1,74	2,57	2,22	0,10	1,81	12,44	26,15	USDA
Papa sin piel	Cocinado	0,73	1,08	1,92	1,37	0,13	0,14	15,95	17,47	USDA
	Frita	1,04	1,85	2,02	3,43	0,14	14,73	17,72	41,44	USDA
	Puré	0,73	1,65	1,92	1,96	0,13	4,2	15,95	16,94	USDA
Pimiento verde	Cocinado	0,32	0,31	0,86	0,92	0,17	0,2	4,64	6,70	USDA
Plátano maduro	Cocinado	1,54	1,17	1,67	1,3	1,05	0,37	25,48	28,91	Lab. FNH
	Frito	2,57	1,28	1,85	1,43	1,05	10,22	31,85	35,02	Lab. FNH
Remolacha	Cocinado	0,70	1,12	1,45	1,68	0,15	0,18	8,60	9,96	USDA
Suquini	Cocinado	0,37	0,59	1,09	1,14	0,29	0,36	2,80	2,69	USDA
Tomate de árbol	Cocinado	0,46	0,7	1,47	2,2	0,10	0,14	5,56	8,29	Lab. FNH
Tomate de riñón	Cocinado	0,45	0,59	1,04	0,95	0,17	0,11	2,86	4,01	USDA
Vainita	Cocinado	0,43	0,73	1,65	1,89	0,20	0,28	6,27	7,88	USDA
Zanahoria del norte	Cocinado	0,35	0,37	0,72	0,77	0,09	0,1	5,50	5,90	Lab. FNH
Zanahoria del sur	Cocinado	0,57	0,61	1,07	1,15	0,04	0,04	5,95	6,44	Lab. FNH

a= obtenido por cálculo; **b=** obtenido de la literatura.



Tabla 10. Comparación de resultados: micronutrientes

Alimento	Tipo de cocción	Ca mg (a)	Ca mg (b)	Fe mg (a)	Fe mg (b)	K mg (a)	K mg (b)	Mg mg (a)	Mg mg (b)	Na mg (a)	Na mg (b)	P mg (a)	P mg (b)	Zn mg (a)	Zn mg (b)	Referencia
Achojcha spinola	Cocinado	13,80	14,4	0,17	0,18	-	-	-	-	-	-	10,15	10,6	-	-	Lab. FNH
Achojcha lisa	Cocinado	11,02	13,00	0,15	0,18	-	-	-	-	-	-	14,04	16,6	-	-	Lab. FNH
Ajo	Cocinado	16,29	21,41	0,63	0,84	371,30	390,48	17,25	23,3	9,35	12,5	78,03	105,5	0,38	0,522	Lab. FNH
Brócoli	Cocinado	44,65	40,00	0,55	0,67	158,00	293,00	12,60	21,00	24,75	41,00	59,40	67,00	0,31	0,45	USDA
Col	Cocinado	38,00	48,00	0,35	0,17	85,00	196,00	7,20	15,00	13,50	8,00	23,40	33,00	0,14	0,2	USDA
Coliflor	Cocinado	20,90	16,00	0,32	0,32	149,50	142,00	9,00	9,00	22,50	15,00	39,60	32,00	0,20	0,17	USDA
Espinaca	Cocinado	94,05	136,00	2,03	3,57	279,00	466,00	47,40	87,00	59,25	70,00	44,10	56,00	0,40	0,76	USDA
Mora	Cocinado	3,19	3,07	0,34	0,33	89,65	94,75	16,48	16,00	1,24	1,20	17,00	19,20	0,14	0,15	Lab. FNH
Nabo	Cocinado	28,50	33,00	0,23	0,18	85,95	177,00	6,60	9,00	36,85	16,00	24,30	26,00	0,20	0,12	USDA
Papa con piel	Cocinado	28,50	45,00	3,08	6,07	247,80	407,00	21,85	30,00	2,00	250,0	36,10	54,00	0,33	0,44	USDA
	Asada	30,00	15,00	3,24	0,50	413,00	450,00	23,00	-	10,00	298,0	38,00	-	0,35	-	USDA
Papa sin piel	Cocinado	11,40	27,00	0,70	0,72	336,80	230,00	9,00	18,00	4,80	263,0	54,15	32,00	0,26	0,2	USDA
	Frita	12,00	18,00	0,78	0,81	421,00	579,00	10,00	35,00	6,00	210,0	57,00	125,0	0,29	0,5	USDA
	Puré	11,40	21,00	0,70	0,26	336,80	326,00	9,00	19,00	4,80	333,0	54,15	48,00	0,26	0,3	USDA
Pimiento verde	Cocinado	9,30	9,00	0,47	0,46	152,25	166,00	10,00	10,00	2,07	2,00	18,60	18,00	0,12	0,12	USDA
Plátano maduro	Cocinado	2,85	1,54	0,54	0,18	299,40	26,09	29,60	14,57	2,40	20,7	27,20	5,99	0,14	0,07	Lab. FNH
	Frito	3,00	3,00	0,60	0,66	499,00	547,00	37,00	40,00	4,00	4,00	34,00	37,00	0,14	0,15	Lab. FNH
Remolacha	Cocinado	15,20	16,00	0,60	0,79	146,25	305,00	13,80	23,00	42,90	77,0	36,00	38,00	0,26	0,35	USDA
Suquini	Cocinado	15,20	18,00	0,28	0,37	130,50	264,00	10,80	19,00	6,00	3,0	34,20	37,00	0,24	0,33	USDA
Tomate de árbol	Cocinado	0,32	0,48	0,01	0,02	33,98	52,07	1,53	2,32	0,46	0,7	2,89	4,30	0,07	0,01	Lab. FNH
Tomate de riñón	Cocinado	5,00	11,00	0,47	0,68	212,00	218,00	8,00	9,00	42,00	11,0	29,00	28,00	0,14	0,14	USDA
Vainita	Cocinado	35,15	44,00	0,77	0,65	105,50	146,00	15,00	18,00	4,50	1,00	34,20	29,00	0,18	0,25	USDA
Zanahoria del norte	Cocinado	18,81	20,25	0,17	0,18	153,60	96,35	5,76	6,14	48,99	52,7	14,00	15,00	0,08	0,09	Lab. FNH
Zanahoria del sur	Cocinado	15,40	16,47	0,13	0,14	60,30	127,96	5,70	6,07	23,36	24,8	17,94	19,20	0,10	0,11	Lab. FNH

a= obtenido por análisis; b= obtenido de la literatura.

En este trabajo se planteó la hipótesis de que los datos obtenidos por cálculo y obtenidos de la literatura no difieren significativamente con un nivel de confianza de 5%. Sin embargo mediante la prueba t-test pareada se observó que ciertos valores fueron estadísticamente diferentes, siendo estos cenizas ($P=0.048$), carbohidratos ($P=0.015$), Calcio ($P=0.047$), Magnesio ($P=0.016$), Sodio ($P=0.0221$) y Zinc (0.040). En general, se observó que el cálculo de los valores de los nutrientes mediante el uso de los factores de retención tomados de la literatura condujo a una sobreestimación en comparación con los valores obtenidos analíticamente. En particular, para el caso del sodio, la sobreestimación fue de 4 veces más (**Anexo 4.**)

La obtención de valores distintos en los factores de retención de nutrientes vienen dados por los distintos tratamientos culinarios a los que son sometidos los alimentos. En este trabajo se pudo corroborar que la mayor pérdida de nutrientes existe cuando los vegetales son sometidos a cocción por hervor. Además, estos valores pueden depender de las características intrínsecas de los alimentos, así como también de las condiciones de conservación especialmente en alimentos con alto contenido de agua. Se ha observado incluso variaciones para un mismo alimento en las mismas condiciones de procesamiento y almacenamiento, y esto puede deberse al análisis y al cálculo de retención. Según Murphy et al. (1975) y hasta la actualidad, el factor de retención debería calcularse como el porcentaje de retención verdadero (% RV) y aun así se obtuvieron datos sobrestimados para nutrientes en peso seco (Rodríguez-Amaya, 1997) (Pighín & Rossi, 2010). Es muy importante utilizar para estos cálculos muestras pareadas (muestras comparables crudas y cocidas), ya que esto disminuye las diferencias debido a factores estacionales o climáticos, grado de madurez o distribución no uniforme del analito en el alimento (Rodríguez-Amaya, 1997).

Los macronutrientes (lípidos, proteínas, carbohidratos) tienden a variar en menor proporción en comparación con los minerales y vitaminas los cuales varían considerablemente. Para evitar una sobreestimación o subestimación de los nutrientes se deberían obtener los datos por análisis químico (Pérez, 2013); sin embargo, en la mayoría de los casos no es práctico.

Se puede referir también que los cálculos para macronutrientes no son realizados mediante factores de retención, estos siempre se obtiene, según lo revisado, mediante un



análisis químico directo, no obstante la aplicación de factores se realiza para obtener una estimación de micronutrientes como minerales y vitaminas.

Según nuevos estudios, especialmente en alimentos vegetales, el factor de conversión de Nitrógeno a proteínas conlleva a sobreestimaciones que pueden superar el 40% del valor real de proteínas, por lo que la determinación de carbohidratos por diferencia se ve sumamente afectada. Por lo que a nivel internacional estos estudios sugieren revisar los factores de conversión mediante nuevos análisis de aminoácidos. Por otro lado, en estos estudios se ha observado que en su mayoría los factores de rendimiento superan la unidad (Grande, 2017), lo que se ha constatado en algunos de los factores determinados para la mora y el pimiento verde, lo que en parte es explicado por una liberación intracelular de nutrientes.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En este trabajo se determinaron los factores de ganancia y/o pérdida de macronutrientes y minerales en alimentos utilizando los datos generados por análisis químico por el Laboratorio de Alimentos y Nutrición, y otros tomados de una tabla de composición de alimentos de referencia (USDA) con el fin de realizar una evaluación de la diferencia entre los valores de nutrientes en alimentos cocidos obtenidos por análisis (usando factores calculados a partir de datos analíticos) con los valores obtenidos utilizando factores reportados en la literatura. Específicamente, la determinación teórica de los factores de ganancia y/o pérdida fue dada como el valor de nutrientes obtenidos por el método de la USDA, utilizándose el factor de retención calculado para el caso de los alimentos que no poseían dichos factores en la literatura.

En términos generales se observó que el uso de los factores reportados en la literatura condujo a una potencial sobreestimación de los valores de los nutrientes en los alimentos analizados, siendo esta diferencia estadísticamente significativa para algunos nutrientes. Sin embargo, se debe destacar que algunos factores calculados a partir de datos analíticos no pueden considerarse representativos puesto que por la falta de información a nivel local, se obtuvieron los datos de otra tabla de composición de alimentos lo que podría conllevar algunos errores por distintas fuentes de variabilidad como por ejemplo geográfica.

4.2. Recomendaciones

La falta de estos datos pareados del mismo lote (alimento crudo y cocido) hace que los factores de retención de nutrientes calculados con datos analíticos sean inferiores o superiores a los que verdaderamente puede poseer un alimento, por lo que para corroborar los resultados se sugiere continuar realizando análisis de alimentos crudos y cocidos con condiciones de cocción más estandarizadas con el fin de disminuir al máximo las posibles variables que podrían causar errores.

REFERENCIAS

- Basulto, J., Moñino, M., Farran, A., Baladia, E., Manera, M., Cervera, P.,...Martínez, N. (2004). Recomendaciones de manipulación doméstica de frutas y hortalizas para conservar su valor nutritivo. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18 (2), 100-115. Disponible en <http://www.renhyd.org>
- Bell, S., Becker, W., Vásquez-Caicedo, A. L., Hartmann, B. M., Moller, A., & Buttriss, J. (2006). Report on Nutrient Losses and Gains Factors used in European food composition databases. *European food information resource network*.
- Bognár, A., & Piekarski, J. (2000). Guidelines for recipe information and calculation of nutrient composition of prepared foods (dishes). *Journal of food composition and Analysis*, 13 (2000), 391-410. doi: 10.1006/jfca.2000.0922
- Carbajal, A. (2010). Manual de nutrición y dietética. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 26/07/20017 en <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/manual-de-nutricion>
- Charrondiere, U. R., & Burlingame, B. (2011). Report on the FAO/INFOODS Compilation tool: a simple system to manage food composition data. *Journal of Composition and Analysis*, 24 (2011), 711-715. doi: 10.1016/j.jfca.2010.09.006
- Espín, S., Villacrés, E., Brito, B. (2004). Caracterización físico-química, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. (Cap. IV). En Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (Eds.) Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No 4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación. Quito, Ecuador – Lima, Perú pp 91-111
- FAO/INFOODS. (2012). FAO/INFOODS Guidelines for checking food composition data prior to the publication of the user table/Database-version 1.0.FAO, Rome

- Grande F., Deflache N., Dahdouh S., Charrondiere Cl., Vincent A., Gibson R., Longvah T., Rajendran A., Judprasong K., Puwastien P., Sivakumaran S., Charrondiere R. (2017). Nutrient retention factors for recipe/cooked dishes calculation purposes. 12th International Food Composition Data Conference. Buenos Aires, Argentina.
- Hurtado, M., de Cortes, M., & Torija, M. E. (2008). *Frutas y Verduras, fuentes de salud*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Kumar, S., & Aalbersberg, B. (2006). Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (2006), 302-310. Recuperado de <http://www.elsevier.com/locate/jfca>
- Marcoe, K. (2009). Recipe Calculations-Nutrient Retention Factor Method.
- Moncada, L., & Gualdrón, L. (2006). Retencion de nutrientes en la cocción, freido y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigacion Universidad La Salle*, 6 (002), 179-187. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/952/95260205.pdf>
- Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center., Agricultural Research Service., U. S. Deparment of Agriculture. (2007). *USDA Table of Nutrient Retention Factors* (6ta ed.). Beltsville, Maryland. Disponible en <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>
- Pérez Grana, R.. (2013). Exactitud de las tablas de composición de alimentos en la determinación de nutrientes. *Sanidad Militar*, 69(2), 102-111. <https://dx.doi.org/10.4321/S1887-85712013000200008>
- Pighín G, Andrés Fabián, & Rossi de R, Ana Lía. (2010). ESPINACA FRESCA, SUPERCONGELADA Y EN CONSERVA: CONTENIDO DE VITAMINA C PRE Y POST COCCIÓN. *Revista chilena de nutrición*, 37(2), 201-207. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182010000200009>
- Reinivuo, H., & Laitinen, K. (2007). Proposal for the harmonisation of récipe calculation procedures. *European food information resource network*.

- Reinivuo, H., Bell, S., & Ovaskainen, M. (2009). Harmonisation of recipe calculation procedures in European food composition databases. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2009), 410-413
- Rodríguez-Amaya, D. (1997). *Carotenoides y Preparación de Alimentos: la retención de carotenoides provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados*. Campinas: Universidad Estatal de Campinas.
- Severi, S., Bedogni, G., Manzieri, A. M., Poli, M., & Battistini, N. (1997). Effects of cooking and storage methods on the micronutrient content of foods. *European Journal of Cancer Prevention*, 6(suppl 1), s21-s24
- Suárez Hernández, P., Rodríguez Rodríguez, E. M., & Díaz Romero, C. (2004). Cambios en el valor nutritivo de patatas durante distintos tratamientos culinarios. *Ciencia y Tecnología Alimenticia*, 4(4), 257-261. Recuperado de <http://www.altaga.org/cyta>
- Suaterna Hurtado, A. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), 39-53. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v11n1/v11n1a4.pdf>
- Unwin, I.D. (2000). EUROFOODS Guidelines for recipe information management. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(2000), 145-754. doi: 10.1006/jfca.2000.0911
- Vásquez-Cañedo, A.L., Bell, S., & Hartmann, B. (2008). Report on collection of rules on use of recipe calculation procedures including the use of yield and retention factors for imputing nutrient values for composite foods. *European food information resource network*



Anexo 1. Ejemplo de las fichas técnicas de pre-tratamiento de los alimentos utilizado en el Laboratorio de Alimentos y Nutrición, Departamento de Biociencias de la Universidad de Cuenca.

- *Información proporcionada por el equipo de muestreo*

Jorge Carchipulla - Edison Torres

5) REGISTRO DE LA MANIPULACIÓN EN EL LABORATORIO

• Información proporcionada por el equipo de muestreo

Código	Nombre común <i>Tumale Rion</i>								
Fecha de recepción en el laboratorio <i>19/04/2016</i> (dd/mm/aa)	Método de preparación para el consumo (método de cocción) <i>Crudo</i>								
Peso y naturaleza de la porción no comestible (antes de la preparación ulterior: hojas externas marchitas, cabeza y patas de aves, etc.) <i>193,4g</i>	Peso antes de la cocción (g) <i>835,4g</i>								
Método de preparación en el laboratorio (preparación de una muestra cruda o método, tiempo y temperatura de cocción y temperatura final del producto alimenticio) (apéndice 3 y 4) <i>- Pelado y cortado de la muestra</i>									
Ingredientes añadidos y su cantidad (si los hay)									
Peso después de la cocción (g)									
Porción comestible del alimento preparado	Porción no comestible del alimento preparado								
<table border="1"> <tr> <th>Peso (g)</th><th>Naturaleza</th></tr> <tr> <td><i>835,4g</i></td><td><i>piel</i></td></tr> </table>	Peso (g)	Naturaleza	<i>835,4g</i>	<i>piel</i>	<table border="1"> <tr> <th>Peso (g)</th><th>Naturaleza (huesos, cartilago, etc.)</th></tr> <tr> <td><i>193,4g</i></td><td><i>Carcas</i></td></tr> </table>	Peso (g)	Naturaleza (huesos, cartilago, etc.)	<i>193,4g</i>	<i>Carcas</i>
Peso (g)	Naturaleza								
<i>835,4g</i>	<i>piel</i>								
Peso (g)	Naturaleza (huesos, cartilago, etc.)								
<i>193,4g</i>	<i>Carcas</i>								
Método de mezcla y reducción (triturado, homogeneizado en un mezclador, etc.) <i>- Se cortó a la pila en pedruzcos pequeños y se prosiguió a la homogeneización con una cuchara pequeña.</i>									
Detalles de la preparación de la muestra compuesta, si procede (mezcla simple de pesos iguales o pesada de las muestras primarias de los estratos designados) <i>Muestra primaria</i>									
Método utilizado para tomar muestras analíticas <i>Cortado</i>									


Tipo de almacenamiento de muestras analíticas (Adición de conservantes, temperatura de almacenamiento, tipo de envase, etc.) <i>Al ambiente y refrigeración 8°C</i>	
Nombre y firma de quien completa el registro <i>Belén Solís</i>	Fecha de registro <i>19/04/2016</i> (dd/mm/aa)

Anexo 2. Listado de los alimentos codificados de los que se tomaron los valores de los nutrientes de los alimentos crudos y cocinados tomados de la literatura de USDA


Alimento	Código
Brócoli crudo	11090
Brócoli cocinado hervido sin sal	11091
Col cruda	11109
Col cocinada hervido sin sal	11110
Coliflor cruda	11135
Coliflor cocinada hervido sin sal	11136
Espinaca cruda	11457
Espinaca cocinada hervido sin sal	11458
Nabo crudo	11564
Nabo cocinado hervido sin sal	11565
Papa cruda con piel	11362
Papa cocinada con piel y sal	11832
Papa asada con piel sal y aceite vegetal	11361
Papa frita en aceite vegetal	21138
Papa cocinada, puré con sal, leche y margarina	11371
Pimiento verde crudo	11333
Pimiento verde cocinado hervido sin sal	11334
Remolacha cruda	11080
Remolacha cocinado hervido sin sal	11081
Zucchini crudo	11477
Zucchini cocinado hervido sin sal	11478
Tomate riñón crudo	11529
Tomate riñón cocinado hervido sin sal	11530
Vainita crdo	11052
Vainita cocinado hervido sin sal	11053

Anexo 3. Ejemplo de las fichas de los valores de los nutrientes de los alimentos crudos y cocinados tomados de la literatura de USDA

Brócoli crudo

 National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016								
Basic Report 11090, Broccoli, raw								
Report Date: September 11, 2017 18:49 EDT								
Nutrient values and weights are for edible portion.								
Nutrient	Unit	1 Value Per100 g	1 cup chopped 91g	1 bunch 608g	1 spear (about 5" long) 31g	1 stalk 151g	0.5 cup, chopped or diced 44g	1 NLEA serving 148g
Proximates								
Water	g	89.30	81.26	542.94	27.68	134.84	39.29	132.16
Energy	kcal	34	31	207	11	51	15	50
Protein	g	2.82	2.57	17.15	0.87	4.26	1.24	4.17
Total lipid (fat)	g	0.37	0.34	2.25	0.11	0.56	0.16	0.55
Carbohydrate, by difference	g	6.64	6.04	40.37	2.06	10.03	2.92	9.83
Fiber, total dietary	g	2.6	2.4	15.8	0.8	3.9	1.1	3.8
Sugars, total	g	1.70	1.55	10.34	0.53	2.57	0.75	2.52
Minerals								
Calcium, Ca	mg	47	43	286	15	71	21	70
Iron, Fe	mg	0.73	0.66	4.44	0.23	1.10	0.32	1.08
Magnesium, Mg	mg	21	19	128	7	32	9	31
Phosphorus, P	mg	66	60	401	20	100	29	98
Potassium, K	mg	316	288	1921	98	477	139	468
Sodium, Na	mg	33	30	201	10	50	15	49
Zinc, Zn	mg	0.41	0.37	2.49	0.13	0.62	0.18	0.61
Vitamins								
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	89.2	81.2	542.3	27.7	134.7	39.2	132.0
Thiamin	mg	0.071	0.065	0.432	0.022	0.107	0.031	0.105
Riboflavin	mg	0.117	0.106	0.711	0.036	0.177	0.051	0.173
Niacin	mg	0.639	0.581	3.885	0.198	0.965	0.281	0.946
Vitamin B-6	mg	0.175	0.159	1.064	0.054	0.264	0.077	0.259
Folate, DFE	µg	63	57	383	20	95	28	93
Vitamin B-12	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamin A, RAE	µg	31	28	188	10	47	14	46
Vitamin A, IU	IU	623	567	3788	193	941	274	922
Vitamin E (alpha-tocopherol)	mg	0.78	0.71	4.74	0.24	1.18	0.34	1.15

Brócoli cocinado hervido sin sal

 National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 slightly revised May, 2016							
Basic Report 11091, Broccoli, cooked, boiled, drained, without salt							
Report Date: September 22, 2017 11:49 EDT							
Nutrient values and weights are for edible portion.							
Nutrient	Unit	1 Value Per100 g	0.5 cup, chopped 78g	1 stalk, large (11"-12" long) 280g	1 stalk, medium (7-12" 8" long) 180g	1 stalk, small (5" long) 140g	1 spear (about 5" long) 37g
Proximates							
Water	g	89.25	69.61	249.90	160.65	124.95	33.02
Energy	kcal	35	27	98	63	49	13
Protein	g	2.38	1.86	6.66	4.28	3.33	0.88
Total lipid (fat)	g	0.41	0.32	1.15	0.74	0.57	0.15
Carbohydrate, by difference	g	7.18	5.60	20.10	12.92	10.05	2.66
Fiber, total dietary	g	3.3	2.6	9.2	5.9	4.6	1.2
Sugars, total	g	1.39	1.08	3.89	2.50	1.95	0.51
Minerals							
Calcium, Ca	mg	40	31	112	72	56	15
Iron, Fe	mg	0.67	0.52	1.88	1.21	0.94	0.25
Magnesium, Mg	mg	21	16	59	38	29	8
Phosphorus, P	mg	67	52	188	121	94	25
Potassium, K	mg	293	229	820	527	410	108
Sodium, Na	mg	41	32	115	74	57	15
Zinc, Zn	mg	0.45	0.35	1.26	0.81	0.63	0.17
Vitamins							
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	64.9	50.6	181.7	116.8	90.9	24.0
Thiamin	mg	0.063	0.049	0.176	0.113	0.088	0.023
Riboflavin	mg	0.123	0.096	0.344	0.221	0.172	0.046
Niacin	mg	0.553	0.431	1.548	0.995	0.774	0.205
Vitamin B-6	mg	0.200	0.156	0.560	0.360	0.280	0.074
Folate, DFE	µg	108	84	302	194	151	40
Vitamin B-12	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamin A, RAE	µg	77	60	216	139	108	28
Vitamin A, IU	IU	1548	1207	4334	2786	2167	573
Vitamin E (alpha-tocopherol)	mg	1.45	1.13	4.06	2.61	2.03	0.54

Anexo 4. Datos estadísticos obtenidos mediante el programa STATA 10.0.

```

1 .
2 . * t-test para Macronutrientes
3 .
4 . *CENIZA
5 . ttest cencalc==cenlite

```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
cencalc	24	.7908333	.1093954	.535926	.5645316	1.017135
cenlite	24	.9733333	.1084587	.5313368	.7489695	1.197697
diff	24	-.1825	.0875373	.4288432	-.3635846	-.0014154

```

      mean(diff) = mean(cencalc - cenlite)          t = -2.0848
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 23

```

```

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0242          Pr(|T| > |t|) = 0.0484          Pr(T > t) = 0.9758

```

```

6 . *PROTEÍNA
7 . ttest protcalc==protlite

```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
protcalc	24	1.54625	.1292212	.633052	1.278936	1.813564
protlite	24	1.635833	.1530025	.7495559	1.319324	1.952343
diff	24	-.0895833	.0808503	.3960839	-.2568349	.0776682

```

      mean(diff) = mean(protcalc - protlite)          t = -1.1080
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 23

```

```

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.1397          Pr(|T| > |t|) = 0.2793          Pr(T > t) = 0.8603

```

```

8 . *LÍPIDOS
9 . ttest lpccalc==lplite

```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
lpccalc	24	.2691667	.0631019	.3091351	.1386304	.3997029
lplite	24	1.487917	.7263236	3.558244	-.0145982	2.990432
diff	24	-1.21875	.7139115	3.497438	-2.695588	.2580885

```

      mean(diff) = mean(lpccalc - lplite)          t = -1.7071
Ho: mean(diff) = 0                                degrees of freedom = 23

```

```

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0506          Pr(|T| > |t|) = 0.1013          Pr(T > t) = 0.9494

```

```
10 . *CARBOHIDRATOS
11 . ttest chocalc==cholite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
chocalc	24	9.621667	1.626743	7.96938	6.256493	12.98684
cholite	24	12.4925	2.318471	11.35814	7.696378	17.28862
diff	24	-2.870833	1.101752	5.397458	-5.14998	-.5916867

```
mean(diff) = mean(chocalc - cholite)          t = -2.6057
Ho: mean(diff) = 0                            degrees of freedom = 23

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0079          Pr(|T| > |t|) = 0.0158          Pr(T > t) = 0.9921
```

```
12 .
13 . *****
14 . * t-test para Minerales
15 .
16 . *Ca
17 . ttest cacalc==calite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
cacalc	24	20.16375	4.014269	19.66582	11.8596	28.4679
calite	24	24.60917	5.583593	27.35391	13.05862	36.15971
diff	24	-4.445416	2.118986	10.38087	-8.828872	-.0619607

```
mean(diff) = mean(cacalc - calite)          t = -2.0979
Ho: mean(diff) = 0                            degrees of freedom = 23

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0236          Pr(|T| > |t|) = 0.0471          Pr(T > t) = 0.9764
```

```
18 . *Fe
19 . ttest fecalc==felite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
fecalc	24	.72125	.1730128	.8475864	.3633457	1.079154
felite	24	.7891667	.2692642	1.31912	.2321511	1.346182
diff	24	-.0679167	.1866883	.9145823	-.4541109	.3182775

```
mean(diff) = mean(fecalc - felite)          t = -0.3638
Ho: mean(diff) = 0                            degrees of freedom = 23

Ha: mean(diff) < 0          Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.3597          Pr(|T| > |t|) = 0.7193          Pr(T > t) = 0.6403
```

```
20 . *K
21 . ttest kcalc==klite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
kcalc	22	216.6627	28.44111	133.4006	157.5162	275.8092
klite	22	259.0773	33.79479	158.5116	188.7972	329.3574
diff	22	-42.41455	22.21267	104.1867	-88.60832	3.779229

```
mean(diff) = mean(kcalc - klite)          t = -1.9095
Ho: mean(diff) = 0                        degrees of freedom = 21

Ha: mean(diff) < 0                      Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0350                      Pr(|T| > |t|) = 0.0700          Pr(T > t) = 0.9650
```

```
22 . *Mg
23 . ttest mgcalc==mglite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
mgcalc	21	14.45571	2.445318	11.20585	9.354871	19.55656
mglite	21	20.49524	3.925482	17.98882	12.30683	28.68365
diff	21	-6.039524	2.31263	10.5978	-10.86359	-1.215461

```
mean(diff) = mean(mgcalc - mglite)          t = -2.6115
Ho: mean(diff) = 0                        degrees of freedom = 20

Ha: mean(diff) < 0                      Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0084                      Pr(|T| > |t|) = 0.0167          Pr(T > t) = 0.9916
```

```
24 . *Na
25 . ttest nacalc==nalite
```

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
nacalc	22	16.89636	3.835497	17.99007	8.920012	24.87272
nalite	22	77.93636	23.67791	111.0593	28.69545	127.1773
diff	22	-61.04	24.70097	115.8578	-112.4085	-9.671522

```
mean(diff) = mean(nacalc - nalite)          t = -2.4712
Ho: mean(diff) = 0                        degrees of freedom = 21

Ha: mean(diff) < 0                      Ha: mean(diff) != 0          Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0111                      Pr(|T| > |t|) = 0.0221          Pr(T > t) = 0.9889
```

```
26 . *P
```

27 . ttest pcalc==plite

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
pcalc	23	33.01957	3.834889	18.39148	25.06649	40.97264
plite	23	37.23435	6.137698	29.43537	24.50554	49.96315
diff	23	-4.214783	3.635119	17.43342	-11.75356	3.323994

mean(diff) = mean(pcalc - plite) t = -1.1595
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 22
 Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.1293 Pr(|T| > |t|) = 0.2587 Pr(T > t) = 0.8707

28 . *Zn

29 . ttest zncalc==znlite

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
zncalc	21	.2085714	.02107	.0965549	.1646201	.2525227
znlite	21	.2585714	.0408673	.1872775	.1733237	.3438191
diff	21	-.05	.0228139	.1045466	-.0975891	-.0024109

mean(diff) = mean(zncalc - znlite) t = -2.1916
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 20
 Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0
 Pr(T < t) = 0.0202 Pr(|T| > |t|) = 0.0404 Pr(T > t) = 0.9798